Geur op bestelling • Tunnelboortechniek • Verkiezingen • Brandveilige kleding

www.natutech.nl
70e jaargang
april 2002
4

Natuur & Techniek

70 jaar

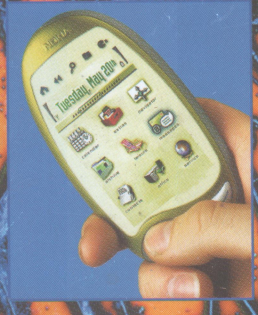
WETENSCHAPSMAGAZINE

Scheurtje in het Standaardmodel

Maastrichtse mosasaurus is een nieuwe soort

Wie wint de Natuur & Techniek wetenschapsprijs?

Nieuwe mobiele netwerken



Maandblad
losse nummers € 6,50

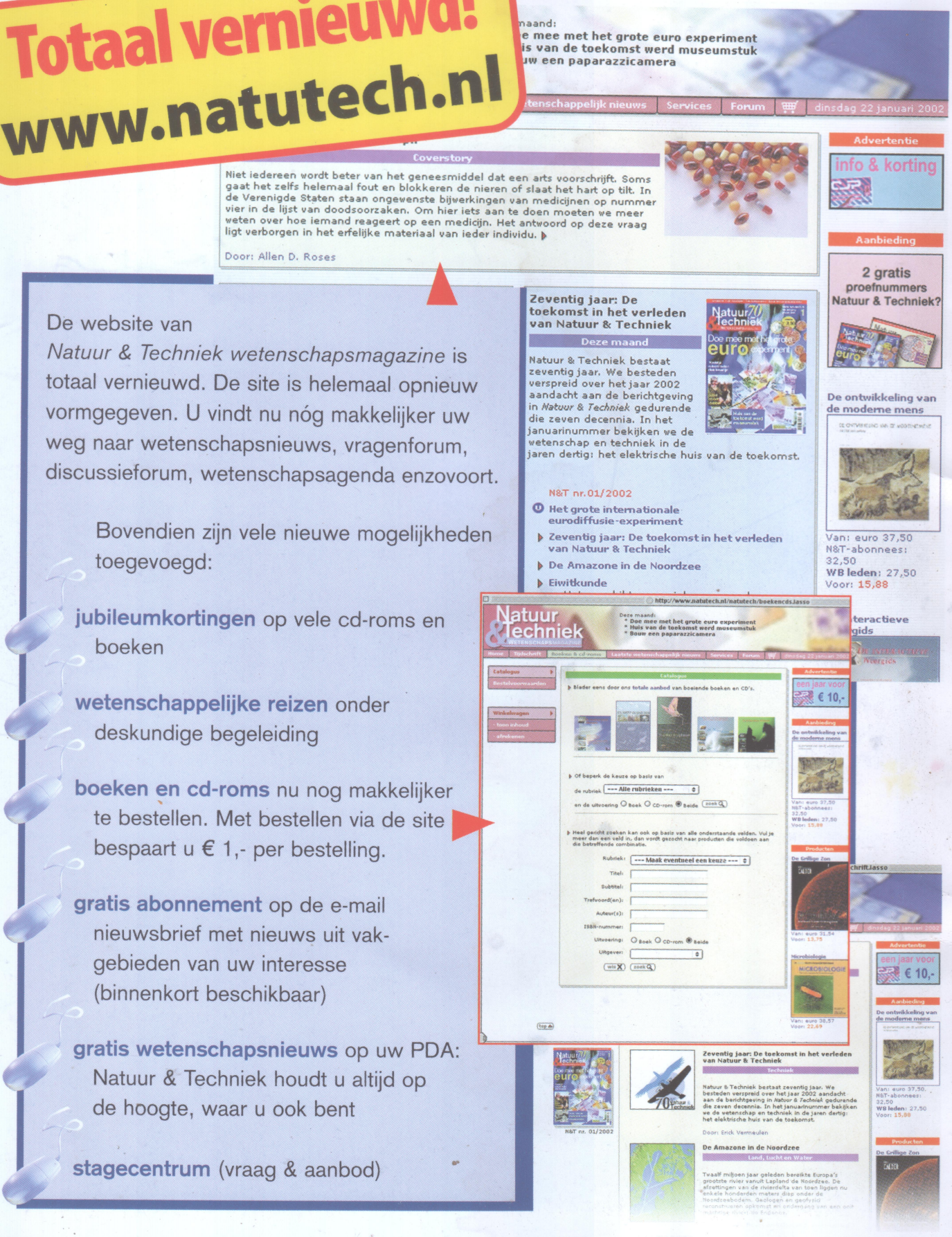
LEZERSSERVICE
NATUUR & TECHNIEK
website

Totaal vernieuwd!
www.natutech.nl

De website van *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* is totaal vernieuwd. De site is helemaal opnieuw vormgegeven. U vindt nu nóg makkelijker uw weg naar wetenschapsnieuws, vragenforum, discussieforum, wetenschapsagenda enzovoort.

Bovendien zijn vele nieuwe mogelijkheden toegevoegd:

- **jubileumkortingen** op vele cd-roms en boeken
- **wetenschappelijke reizen** onder deskundige begeleiding
- **boeken en cd-roms** nu nog makkelijker te bestellen. Met bestellen via de site bespaart u € 1,- per bestelling.
- **gratis abonnement** op de e-mail nieuwsbrief met nieuws uit vakgebieden van uw interesse (binnenkort beschikbaar)
- **gratis wetenschapsnieuws** op uw PDA: Natuur & Techniek houdt u altijd op de hoogte, waar u ook bent
- **stagecentrum** (vraag & aanbod)



Ga dus snel naar www.natutech.nl, het beste startpunt voor uw wetenschappelijke zoektocht.

LEZERSSERVICE
NATUUR & TECHNIEK
boeken

Voor altijd verdwenen

Tim Flannery is hoogleraar Australische studies aan de Harvard University. Eerdere publicaties: *Een ecologische geschiedenis van Noord-Amerika.*

'Waardige necrologieën als schrale troost voor het verloren leven'
Algemeen Dagblad

Nog maar een paar eeuwen geleden was de natuur onmetelijk rijker dan tegenwoordig. Tientallen miljoenen bizons draafden over de prairies, parkieten vlogen door de sneeuw in New York, de reuzenalk was nog niet uitgestorven, net als de acht meter lange Steller zeekoe en de dodo.

Deze en vele andere diersoorten zijn inmiddels voorgoed van de aardbodem verdwenen, vrijwel steeds door toedoen van de mens.

Een gat in de natuur is een monument voor de tallloze dieren die de afgelopen 500 jaar zijn verdwenen.

Prijs € 40,79
(excl. € 3,50 verzendkosten)

Auteur:	Tim Flannery
Illustrator:	Peter Schouten
Formaat:	24 x 28 cm
Omvang:	288 pagina's
Uitvoering:	gebonden met ruim 100 vaak pagina-grote illustraties.

Bestellen
U kunt dit boek bestellen met de bestelbon achter in dit nummer of via de lezersservice, tel: 0(031)76-5733770
Uw bestelling nog sneller in huis én € 1,- korting op de verzendkosten? Bestel via de website:
www.natutech.nl

Natuur & Techniek
WETENSCHAPSMAGAZINE
4 70e jaargang april 2002

Rubrieken

5 **Redactioneel**
Het lijden dat men vreest

6 **Brieven/Colofon**

8 **Symposium**
Smakelijke evolutie

10 **Actueel**
Turbobananen en zonnebloemrubber

20 **Profiel**
Cees Dekker over zijn nanobuizen en religie

30 **Veiligheid**
Brandbare kleding

48 **Inzicht**
Boren in de prut

62 **Column**
De derde fase

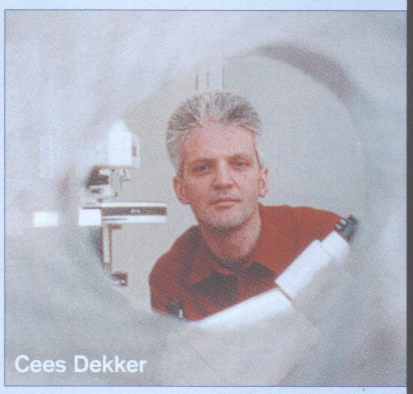
63 **Opinie**
Nederlandse verkiezingen

67 **Publicaties**
De eekhoornformule

72 **Interactief**

76 **Doe het zelf**
Motorolie testen

78 **Puzzel**
Tweelingen

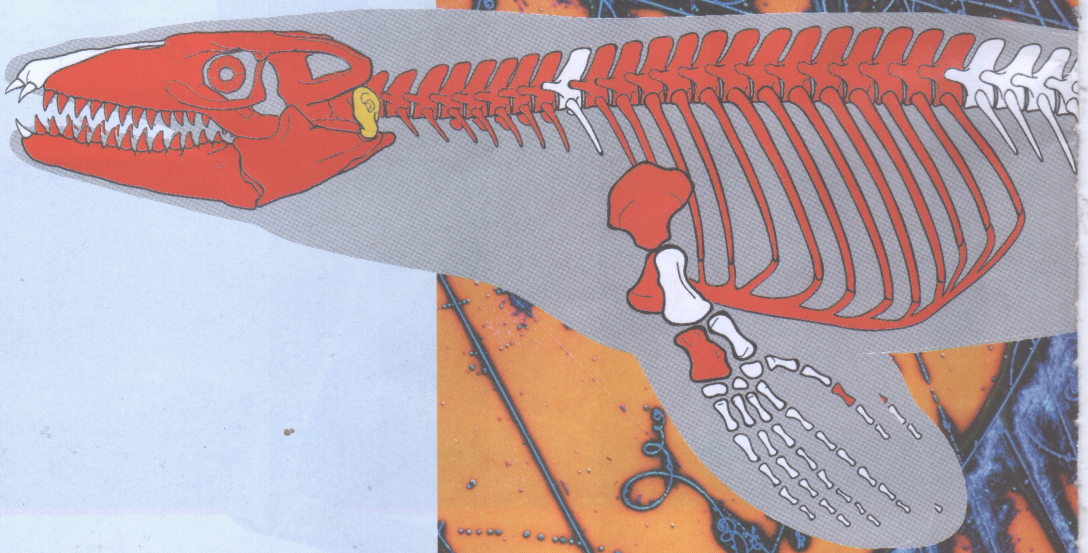

Cees Dekker

Scheurtje in het Standaardmodel

De afwijkingen van de theorie zijn weliswaar klein, maar ze geven voor het eerst wel reden om te twijfelen aan het fysisch model voor alle deeltjes en krachten.

32

Gerco Onderwater, Max Baak, Claud Biemans



Maastrichtse Bèr 24

Nederland heeft er een nieuwe soort bij. De Maastrichtse mosasaurus, ontdekt in 1998, is namelijk geen 'huis-, tuin- en keukenmosasaurus'. Daarvoor heeft 'Bèr' te grote kaken.

Anne Schulp en John Jagt

Nieuwe netwerken 44

Het interesseert de gemiddelde consument niet hoe het werkt, als hij maar kan communiceren. De telecomsector moet zich richten op deze oerbehoefte.

Ramses Jedeloo

Bak- en braadchemie 50

Bij bakken en braden treden tal van chemische reacties op, de zogenoemde Maillardreacties. De verbindingen die ontstaan, spelen een hoofdrol bij de geur. Voedselchemici proberen inzicht te krijgen in deze ingewikkelde scheikunde.

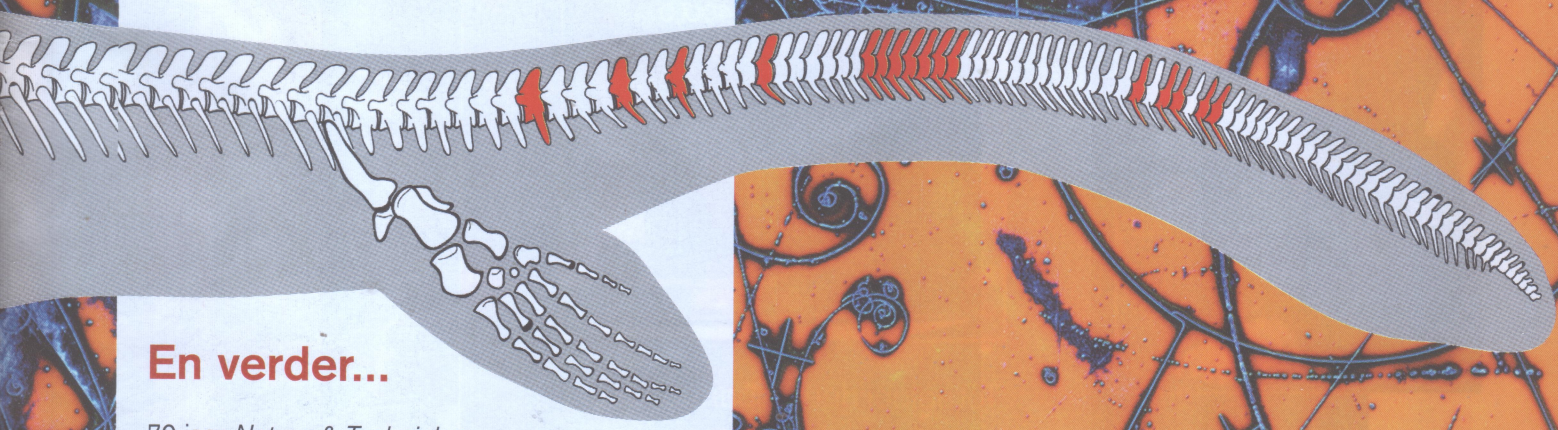
Werner Klaffke

Coverfoto: CERN

www.natutech.nl geheel vernieuwd

Op het vertrouwde adres www.natutech.nl kunnen bezoekers nog sneller informatie over ***Natuur & Techniek wetenschapsmagazine*** vinden en oude berichten raadplegen. Na de restyling van het maandblad begin 2000 krijgt namelijk ook de website een nieuw, drastisch veranderd uiterlijk. Het juiste logo en passende pasteltinten zorgen ervoor dat de site de sfeer van het blad weerspiegelt. Maar niet alleen de buitenkant is gemoderniseerd. Bij de lay-out van de site hebben we goed nagedacht over de functies die voor onze bezoekers van belang zijn.

17



En verder...

70 jaar *Natuur & Techniek* •
Wie wint de *N&T* onderzoeksprijs?

LEZERSSERVICE
NATUUR & TECHNIEK
wb-boeken

Nieuw in de Wetenschappelijke Bibliotheek

Leven tussen de sterren

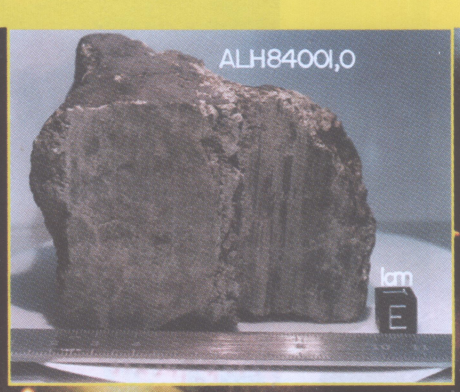
Prijzen (excl. € 3,50 verzendkosten)
€ 37,50 losse verkoop
€ 32,50 abonnees N&T
€ 27,50 WB-leden

Deel 71 in de WB
Auteur: Ulrich Walter
Formaat: 22 x 23,7 cm
Omvang: 240 pagina's
Uitvoering: gebonden, rijk geïllustreerd

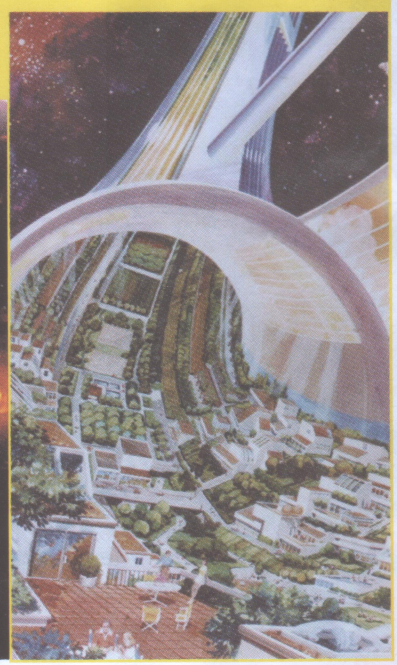
U kunt dit boek bestellen met de bestelbon achter in dit nummer of via de lezersservice, tel: 0(031)76-5733770
Uw bestelling nog sneller in huis én € 1,- korting op de verzendkosten? Bestel via de website: **www.natutech.nl**

Buitenaards leven is een opwindende ontdekkingsreis door sterrenkunde en ruimtevaart.
Bestaat er ander intelligent leven in het heelal? Wanneer is de mens in staat de ruimte te koloniseren? Ulrich Walter, fysicus, astronaut en wetenschapsjournalist, gaat grondig in op deze vragen en maakt gebruik van de nieuwste kosmologische inzichten en ontdekkingen. Hij schuwt het niet om ook in te gaan op de filosofische, theologische en technische aspecten van dit buitenaards avontuur.

Hét wetenschappelijke boek over buitenaardse beschavingen!



'Totaaloordeel: spannender kan sterrenkunde niet zijn'
Die Welt



Geen groter lijden dan het lijden dat men vreest

Excuses vooraf aan alle vaders, moeders, broers, zussen, andere familieleden en vrienden van degenen die aan hersenvliesontsteking zijn overleden. Dit wens je niemand toe. Meningitis heeft ook nu weer slachtoffers geëist, meest jonge mensen. Zoals in Hazerswoude, waar een zeventienjarige is overleden. Een dorpsgenoot ligt op het moment van schrijven al ruim een week in het ziekenhuis. Toch passen enige kanttekeningen.

Mijn huisarts in het vlakbij Hazerswoude gelegen Leiden heeft al heel wat jonge mensen moeten inenten. Zijn eigen kinderen vaccineert hij echter niet. Onzin, vindt hij; het risico op besmetting is zó klein. Bovendien is de ziekte goed met antibiotica te behandelen. Met licht sarcasme vertelt hij: "Dezelfde mensen die een prik komen halen, zie je in de auto stappen met hun kind zonder veiligheidsgordel op de achterbank!"

Angst regeert tot ver buiten de 'besmettingshaarden' Hazerswoude, Klundert, Rosmalen, Cranendonk en Zaltbommel. Of dat terecht is? Waarschijnlijk niet echt. De meningokokkenziekte komt ongeveer zeshonderd keer per jaar in onze omgeving voor. De bacterie leeft bij zeker tien procent van de bevolking in de keel, maar de kans op ziekte is heel klein. De meeste dragers worden informatie van de overheid niet eens verkouden door meningokokkenbesmetting. Jaarlijks worden vijf op de honderdduizend inwoners echt ziek door meningokokken. Ongeveer tien procent van deze groep overlijdt aan de ziekte (in Nederland zo'n tachtig per jaar). Ter vergelijking: aan griep sterven jaarlijks circa achthonderd Nederlanders.

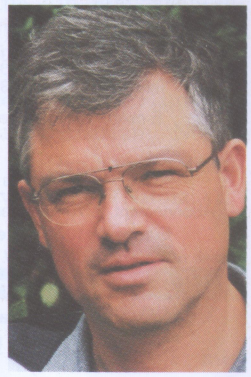
Om op het sarcasme van m'n huisarts terug te komen: dagelijks zie ik ouders met kinderen voor- of achterop zonder licht fietsen of door rood licht rijden. Dergelijk lichtzinnig omgaan met het leven van een ander mens moet zwaar strafbaar zijn. Hoeveel van deze zonder-licht-fietsers zouden hun kinderen tegen hersenvliesontsteking laten inenten? En hoeveel van de ouders die zo bezorgd zijn over de gezondheid van hun kinderen rookten tijdens de zwangerschap, of roken nog steeds in de aanwezigheid van hun kinderen? En dat terwijl volgens een recent artikel in het *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde* blijvende gezondheidsschade aan het kind onweerlegbaar is aangetoond! Wat doet uzelf? Nee toch?!

Het is vreemd gesteld met ons denken over veiligheid. Een beetje bierviltjesachterkantenstatistiek. Er valt in Nederland één autodode per ruim honderd miljoen reizigerskilometers: 1200 dodelijke slachtoffers op 142,7 miljard reizigerskilometers per jaar. Uitgaande van dagelijks 32 gereden autokilometers per bestuurder en één dode per fataal aflopend ongeluk, loopt iemand die gedurende vijftig jaar auto rijdt een kans van een half procent om betrokken te raken bij een dodelijk ongeval.

Het is vreemd gesteld met ons denken over veiligheid

Ook een vliegtuig kan neerstorten. Uit angst daarvoor nemen velen daarom liever de auto. Arsenal-voetballer Dennis Bergkamp is er zo eentje. Niets helpt hem over de vliegangst heen; zelfs niet de wetenschap dat de kans op een dodelijk ongeluk volgens Amerikaanse berekeningen 22 maal groter is bij een autorit dan bij een vlucht *over dezelfde afstand*.

In 1998 werden er wereldwijd achttien miljoen vluchten uitgevoerd en 1,3 miljard mensen vervoerd. Er deden zich in dat jaar tien ongelukken met fatale afloop voor. Gemiddeld vindt er volgens cijfers van Boeing één ongeluk op de drie miljoen vluchten of 2,25 miljard gevlogen kilometers plaats. Dat betekent dat je gemiddeld gedurende 8200 jaar elke dag een lange vlucht moet maken om bij een vliegtuigongeluk om te komen. Tja, geen groter lijden dan het lijden dat men vreest. Heb je jezelf ook al tegen meningokokken laten prikken, Dennis? Ik niet!



Jos van den Broek, hoofdredacteur van Natuur & Techniek wetenschapsmagazine, vloog de dag vóór Lockerbie met PanAm van Londen naar New York, maar had eigenlijk op de bewuste dag willen vliegen. Sindsdien heeft hij tientallen keren gevlogen. Hij rookt niet en heeft geen rijbewijs.

COLOFON

Lezersservice
Abonnementen, bestellingen en mutaties

tel 0(031)76 5733770
fax 0(031)76 5712412
E-mail administratie@natutech.nl
Adres Nederland Postbus 3144, 4800 DC Breda
Adres België Postbus 34, 3620 Lanaken

Hoofdredacteur dr Jos van den Broek (jvandenbroek@natutech.nl)

Redactie drs Sanne Deurloo (sdeurloo@natutech.nl), drs Tom Kortbeek (kortbeek@xs4all.nl), Mirjam Leunissen, Frédérique Melman, dr ir drs Bennie Mols (bmols@natutech.nl), drs Anne Schulp (anneschulp@home.nl), drs Erick Vermeulen (evermeulen@natutech.nl)

Vormgeving en infographics Frauke Erichsen, Doortje Gorissen (Sagor), Otto Vork, MediaGraphiX

Medewerkers prof dr J.P. Abrahams, prof dr C.C. Bakels, prof dr G. De Boe, prof dr A. Brouwer, dr ir A. van de Graaf, dr H. Groenendijk, drs M. Groothedde, prof dr A.J.R. Heck, dr A. IJzerman, ir Joost van Kasteren, dr Henk Klomp, dr R. van der Marel, dr E. van Nieuwkerken, dr P. Raeymaekers, prof dr J. Reedijk, lic Ann De Ron, drs H. Sarfatij, drs Willy van Strien, prof dr ir H. Tennekes, prof dr F. Verhaeghe, prof dr S. van der Vies, prof dr G. Vriend, drs Marcus Werner, dr A.J. van Winkelhoff, dr F. Woldering, ir Marga van Zundert, drs. Arthur van Zuylen

Wetenschappelijke adviesraad prof dr W. Fiers, prof dr G. van der Groen, prof dr V. Icke, prof dr H. van der Laan, prof dr ir A. Rörsch, prof dr A. Sevrin, prof dr F. Van Noten

Redactie
Postadres Postbus 256, 1110 AG Diemen (NL)
Bezoekadres Wildenborch 5, Diemen-Zuid (NL)
Telefoon 0(031)20 5310953,
Telefax 0(031)20 5310950
E-mail redactie@natutech.nl

Tarieven *11 nummers per jaar, incl. porto*
Abonnement € 70 / Jongeren < 27 / € 50 Voor drie jaar € 180
Europa € 100 / Buiten Europa € 120
Losse nummers € 6,50 *(excl. verzendkosten)*

Een abonnement kan op ieder gewenst tijdstip ingaan en loopt automatisch door, tenzij het twee maanden voor de vervaldatum per brief is opgezegd (zie kader).

Advertentie-exploitatie Veen Magazines (lschaap@vug.nl – houchen@vug.nl).
Telefoon 0(031)20-3987937
Fax 0(031)20-5310935
Adres Wildenborch 5, 1112 AG Diemen (NL)
Postbus 256, 1110 AG Diemen (NL)

Uitgever drs Roeland Dobbelaer

Marketing & Sales drs John Chantrel (jchantrel@natutech. nl),
drs Klaartje Grol (kgrol@vug.nl)

Druk Tijl Offset, Zwolle (NL)

Verantwoordelijk uitgever voor België Armand Nauwelaerts, Santvoortbeeklaan 21-25, 2100 Deurne/Antwerpen

Distributie boekhandel Betapress BV, Gilze (NL) – AMP, Brussel (B)
Postrekening België 000-00-11-811-74 t.n.v. Veen Magazines, Utrecht
Bankrekening Nederland 19.23.08.386 t.n.v. Veen Magazines, Utrecht

ISSN 0028-1093
VEEN MAGAZINES
Nederlandse Uitgeversverbond Groep publieks-tijdschriften

Gehele of gedeeltelijke overname van artikelen en illustraties in deze uitgave (ook voor het buitenland) mag uitsluitend geschieden met schriftelijke toestemming van de uitgever.

BRIEVEN

Maxwells Duivel

Het artikel van Sandtke en Van der Weele over Maxwells Duivel in het recente februari nummer van N&T is zeer lezenswaardig. Wellicht door het gekozen taalgebruik kan ik er helaas niet achterkomen wat de schrijvers bedoelen met 'harder schudden' of 'het schudvermogen opvoeren'. Wordt hier bedoeld frequentie opvoeren of gaat het om grotere verplaatsing? Zijn er specifieke grenzen aan te geven?

J. Asyee

Naschrift auteurs:
De schudsterkte is evenredig met $(af)^2$, waarbij a de amplitude van het schudden is en f de frequentie. De schudsterkte is dus naar keuze op te voeren via de amplitude a of de frequentie f. Wijzelf variëren doorgaans de frequentie (ruwweg tussen 5 en 50 Hz, afhankelijk van het specifieke experiment), terwijl de amplitude vastgehouden wordt op een waarde in de orde van 1 millimeter. De overgangen vinden inderdaad plaats bij specifieke waarden van de schudsterkte. Meer details en filmpjes van verschillende experimenten zijn te vinden op www.tn.utwente.nl/wsl/, onder het thema 'Granular Matter'.

Reageren?

We zijn blij met uw reactie op artikelen in Natuur & Techniek. Uw brief of e-mail is niet langer dan 400 woorden en voorzien van naam en adres. We plaatsen uw reactie graag, maar behouden ons het recht voor om te redigeren en in te korten. Plaatsing betekent niet dat we het met de inhoud eens zijn.

Redactie Natuur & Techniek
Postbus 256
NL-1110 AG Diemen
e-mail redactie@natutech.nl
fax 0(031)20 5310950

Damp of gas

In de uitleg omtrent superkritische vloeistof (N&T februari 2002) wordt bij de foto's onderaan gegoocheld met de termen gas en damp. Volgens mijn middelbare school en de Universiteit van Antwerpen, noemt men hetgeen met vloeistof in evenwicht is, damp (en niet gas).

Als de term gas toch moet vallen, dan correspondeert die met alles boven de kritische temperatuur (dus ook met superkritische vloeistof), want gas is noch water, noch damp. Als de scheiding (meniscus genaamd) tussen damp en vloeistof verdwijnt (door temperatuurverhoging), dan bevinden we ons in die gasfase.

Jan Buytaert

Levendige fysica

"Ik zou eerst natuurkunde gaan studeren, en als ik rijp genoeg was, zou ik overstappen naar de biologie om de écht ingewikkelde problemen aan te pakken." Dat schrijft Jos van den Broek aan het eind van zijn hoofdredactioneel in N&T van afgelopen maart. Dat is precies wat op dit moment in de natuurkunde gebeurt!

Stichting FOM (Fundamenteel Onderzoek der Materie) heeft sinds enkele jaren een onderzoeksprogramma fysische biologie, dat net een voortzetting in een vervolgprogramma heeft gekregen. Er werken natuurkundigen en biologen in samen.

Wij hebben een nieuw werkterrein gedefinieerd, dat fysica van levensprocessen heet. Het krijgt de komende jaren fors extra geld. Ons AMOLF-instituut in Amsterdam is momenteel met een grote koersverandering bezig. In 2006 moet de helft van het

onderzoek er door levensprocessen geïnspireerd zijn. Ons in april verschijnende jaarboek 2001 laat zien dat overal in de natuurkunde aan biologisch getinte of door biologie geïnspireerde onderwerpen wordt gewerkt. Al deze stappen worden gezet door door de wol geverfde natuurkundigen.

Huub Eggen, Stichting FOM *(NL)*

Soortenrijkdom?

Het is mooi dat Han Olff (N&T maart 2002, pag. 54) een poging doet om potenties voor diversiteit en natuur te achterhalen. Uit zijn analyse blijkt duidelijk dat uitgestrekte veeteeltgebieden in Noord-Amerika belangrijke mogelijkheden bezitten voor grote grazers. In het licht van omschakelingen in de landbouw lijkt het vrijgekomen areaal dus een ideale kandidaat voor natuurontwikkeling te zijn. Erick Vemeulen (N&T maart 2002, pag. 14) stelt zelfs onomwonden dat we nu over een wereldkaart beschikken van gebieden met de beste mogelijkheden voor biodiversiteitsherstel.

Nu bestaat het probleem dat soortenrijke graasgebieden niet compatibel blijken met soortenrijke bossen. Of alle verjonging wordt opgevreten of platgetrapt, of de maaltijd van de grazers verbost. Hoe valt dit te rijmen met het model van Olff ?

Vermeulen en Olff plaatsen de grote grazers centraal in het natuurgebeuren. Het is echter mijn stelling dat de subtiele grazersgemeenschappen niet de ultieme referentie vormen voor de meest natuurlijke biodiversiteit. Een belangrijke reden daarvoor is de sterke verstrengeling van mensen, grazers en andere natuur, die reeds teruggaat tot de jongste ijstijd.

De jagende mens heeft bijvoorbeeld grazers uitgeroeid zodat het bos kon oprukken. In andere gevallen werden grazers bevoordeeld en bossen vernietigd zodat een meer open landschap kon worden gehandhaafd. Dit leert ons dat graasgebieden niet per se natuurlijker zijn dan bossen. Hebben we in N&T juni 2001 trouwens niet geleerd dat branden een noodzakelijke beheersmaatregel zijn om de Oost-Afrikaanse wildrijke savannen te vrijwaren van verbossing ? Er moeten dus nog steeds keuzen worden gemaakt.

Het lijkt me in elk geval gevaarlijk om die keuzen te laten domineren door één aspect van de natuur. Daarom moet men in modellen ook aandacht hebben voor verschillende streefbeelden.

Daarbij dient ook de tijdschaal niet uit het oog te worden verloren. Het is namelijk eigen aan de meeste bosecosystemen dat hun jonge fasen soortenarm zijn in vergelijking met de jonge fasen van begraasde gebieden. Tenslotte dient men ook rekening te houden met de bodemvruchtbaarheid. Want die bepaalt de soortenrijkdom op een nog langere termijn.

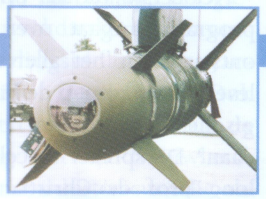
Hans Baeté, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, Geraardsbergen (NL)

Naaldboomfossiel

Bij deze foto in het maartnummer van N&T zijn helaas de gegevens weggevallen. De boom is waarschijnlijk van het geslacht Belodendron.

Het is een nog onbeschreven naaldboom uit het Maastrichtse Krijt van de ENCI-groeve (St. Pietersberg) ten zuiden van Maastricht. Dit fossiel maakt deel uit van de collectie van Eric Nieuwenhuis (Partij-Wittem) en wordt momenteel bestudeerd door Raymond van der Ham (Nationaal Herbarium Nederland) en Han van Konijnenburg van Cittert (Naturalis).

Slimme domme bommen



Een paar opmerkingen over het artikel 'Slimme bom is vaak vrij dom' (N&T januari 2002). Ergens in het verleden heeft iemand in de Nederlandse pers het Amerikaanse begrip 'missile' vertaald met raket. Het typerende van een raket is de motor. *Websters* definieert dat verder maar de *Van Dale* laat na te vertellen wat het bijzondere van een raketmotor is. Sinds die tijd zitten we bijvoorbeeld vast aan het woord 'kruisraket'.

In een nog verder verleden heeft Bart van der Klauw het probleem van de 'missile' proberen op te lossen door 'missiel' te gebruiken. Dat lijkt me een goede oplossing. Misschien een taak voor N&T om in de rubriek Inzicht het begrip 'missiel' uit te leggen en daarnaast wat andere begrippen mee te nemen zodat de *Van Dale* gecorrigeerd kan worden.

De Tomahawk en gelijkwaardige opvolgers gebruiken voor hun kruisvlucht een gasturbine- of populair gezegd straalmotor. Alleen als hij niet door een vliegtuig wordt gelanceerd, gebruikt een Tomahawk een afwerpbare raketmotor om op een minimaal benodigde snelheid en hoogte te komen voor de start van de kruisvlucht. Met een raketmotor als voorstuwing voor de kruisvlucht zou hij niet ver komen.

Omdat de precisie van de 'slimme bommen' niet in het historisch perpectief van de Tweede Wereldoorlog en de Vietnamoorlog wordt geplaatst, is het geschamper over missers tamelijk misplaatst. Er is een enorme 'vooruitgang' geboekt. Verder worden bommen niet afgevuurd en volgen ze geen laserstraal, laat staan die van een liggende soldaat. Ze richten zich op de reflectie.

Van het GPS-systeem is al lang bekend dat het voor militaire toepassingen op enkele decimeters nauwkeurig is. Particulieren krijgen een onnauwkeurigere uitvoering. Zo ver ik begrepen heb 'communiceert' een GPS niet met satellieten.

Rob Wilgenkamp, Haaksbergen (NL)

Christian de Duve
"Ik kan me uitleven op mijn hobby: science fiction."

Mirjam Leunissen

De smakelijke kant van evolutie

Evolutie blijft een raadselachtig verschijnsel. Zelfs een heel symposium vol lezingen van wereldberoemde biologen, die stuk voor stuk uitleggen waarom evolutie eigenlijk heel simpel is, verandert daar niets aan.

Nienke Beintema

"Evolutie is een smulonderwerp", zegt prof dr Louise Vet, directeur van het Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, en ze verkneukelt zich duidelijk. Ze houdt een enthousiaste openingsrede als dagvoorzitter van het Evolutiesymposium op 8 maart, georganiseerd door *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* in samenwerking met Studium Generale Utrecht.

De grote zaal in het Educatorium van de Utrechtse Uithof is tot de nok toe gevuld: gedurende de hele dag zijn er gemiddeld zo'n 450 belangstellenden. Oud, jong, leek, expert, stropdas, rastavlechtjes: het onderwerp trekt een breed publiek aan.

Het eerste verhaal op het programma gaat over het ontstaan van het allereerste leven: waar komen de biologische bouwstenen vandaan? De spreker is celbioloog prof dr Christian de Duve. Deze Waalse Nobelprijswinnaar is ver in de tachtig, maar houdt in onberispelijk Engels een vlot verhaal dat doorspekt is met humoristische opmerkingen. "Ik ben nu met pensioen, dus kan ik me helemaal uitleven op mijn hobby: science fiction. Het is niet helemaal mijn vakgebied, maar ja, *you have to live dangerously!*"

Zijn betoog is echter allerminst amateuristisch. "Het ontstaan van leven is een

kosmische onvermijdelijkheid", stelt hij. "Het kon niet anders: onder de gegeven omstandigheden moesten er wel biomoleculen ontstaan. Het is pure scheikunde."

Hoe het leven zich uit de eerste aminozuren verder heeft kunnen ontwikkelen, heeft natuurlijk ergens wel met toeval te maken, maar toeval sluit onvermijdelijkheid niet uit. De kans dat er binnen twintig miljard celdelingen – op evolutieschaal helemaal niet veel – een voordelige mutatie optreedt, is vrijwel honderd procent. "Het kan gewoon niet anders, als je weet dat er al meer dan drieëneenhalf miljard jaar leven bestaat. Dat is echt heel lang!"

Kleerkast

Een hartstochtelijke creationist in het publiek probeert tevergeefs zijn voet tussen de deur te krijgen. Dat typeert de sfeer van het symposium: die is open en laagdrempelig. Gelegenheid tot discussie is er volop. Dat blijkt tevens na de lezingen van prof dr Thierry Backeljau, hoogleraar weekdierkunde, en ontwikkelingsbiologe dr Jacqueline Deschamps. Ook luistert men kritisch naar de lezing van Ilja Nieuwland, Gronings historicus, die de geschiedenis van de evolutietheorie de revue laat passeren.

"Evolutie betekent volgens mij niet verandering, maar ontwikkeling", klinkt er uit de zaal. "Welnee," werpt Jos van den Broek, hoofdredacteur van *Natuur & Techniek*, tegen, "ontwikkeling impliceert een verbetering. Daar ben ik het niet mee eens." "Wat een pessimist bent u!", is het antwoord. Er gaat een daverende lach door de zaal.

Prof dr Bert Boekschoten, emeritus hoogleraar paleontologie, weet alles van de evolutie van de mens. "Lucy was waarschijnlijk een man", vertelt hij. "En we stammen trouwens helemaal niet van Lucy af." In 2000 is er een skelet gevonden dat aanzienlijk ouder is. Het dateert van 5,8 miljoen jaar geleden en lijkt veel meer op *Homo sapiens* dan Lucy.

Boekschoten koestert duidelijk sympathie voor Lucy. "Ze lijkt een beetje op een kleerkast en is niet direct een figuur waar je graag naast wil zitten in de bus. Maar die trechtervormige borstkas wijst er op dat ze een uitpuilend buikje had, en dus vegetariër was. Je zou dus volkomen veilig zijn naast Lucy!"

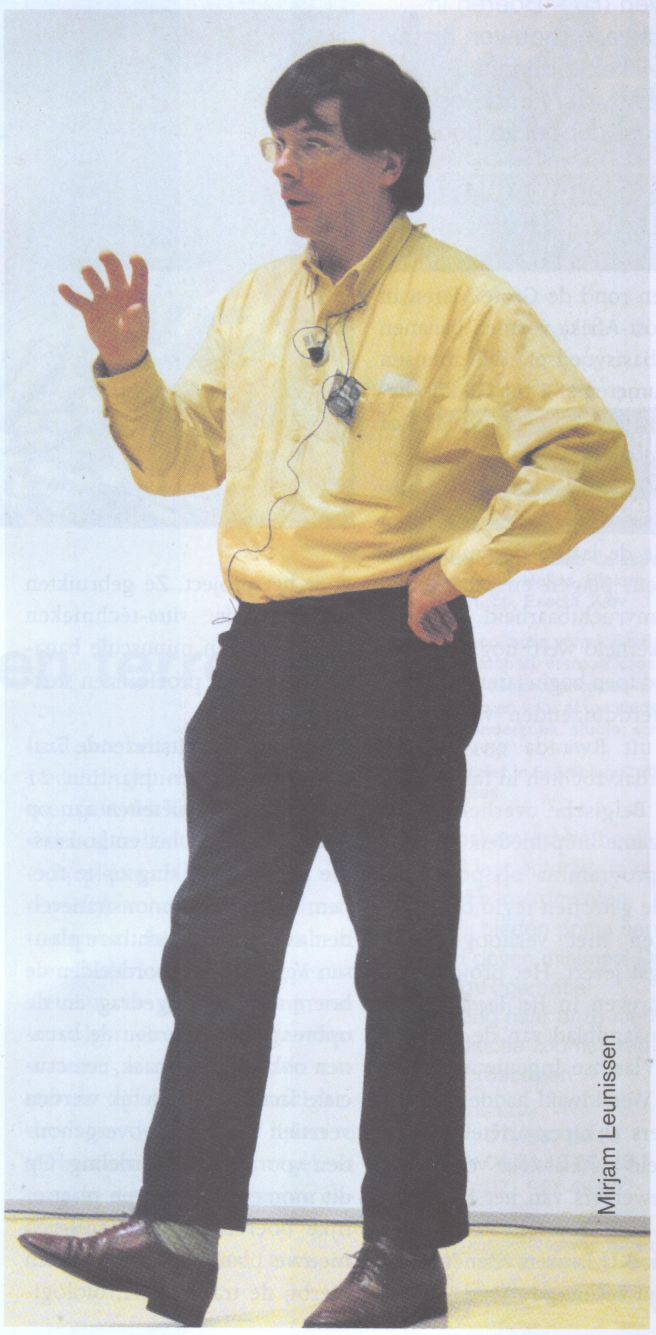
Na een indrukwekkend staaltje evolutietheater van theatergroep Pandemonia is het de beurt aan prof dr Simon Conway Morris. Zeer welbespraakt en zeer Engels legt hij uit waarom evolutie volgens hem maar op één manier kan verlopen. "Natuurlijk zijn individuele gebeurtenissen van invloed op de evolutie. Maar het ontstaan van bepaalde biologische eigenschappen is onvermijdelijk. Eventuele levensvormen op een andere planeet zullen er hoogstwaarschijnlijk niet veel anders uitzien dan hier."

Hij laat een serie prachtige dia's zien om zijn visie te verduidelijken, maar de zaal laat zich niet gemakkelijk overtuigen. Op John-Cleese-achtige wijze pareert Conway Morris echter iedere kritiek. "Sommige eigenschappen ontstaan steeds opnieuw omdat ze een duidelijk voordeel vormen. Zo is er een combinatie van factoren die steeds maar weer opduikt, en een soort in staat stelt andere soorten te gaan overheersen. Dat zie je veel, bijvoorbeeld bij bijen. Die zijn intelligent, sociaal, communicatief, hoogst agressief en daardoor uiterst succesvol. Er is nog een soort waarvoor dat allemaal precies zo geldt. Inderdaad. De mens." De toehoorders hebben gesmuld.

Zie ook het maartnummer van Natuur & Techniek wetenschapsmagazine *met onder andere verhalen van Thierry Backeljau en Jacqueline Deschamps.*

Simon Conway Morris

"Levensvormen op een andere planeet zien er hoogstwaarschijnlijk niet veel anders uit dan hier."



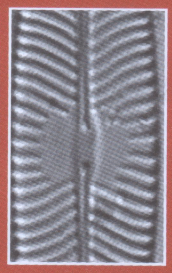
Mirjam Leunissen

Celstaafje
Ingebrachte cellen kunnen kapot netvlies redden

pagina 12

Eiwit
Vouwend eiwit volgt geen vaste route

pagina 13



Kiezelwier
Diatomeeën kunnen dood door verdrinking verraden

pagina 18

Envisat
Europese milieusatelliet kijkt naar sterverduisteringen

pagina 19

Turbobananen in Tanzania

Leuven (B) – Boeren in Tanzania verbouwen nieuw ontwikkelde bananenplanten waarvan de opbrengst dubbel zo hoog is.

Biologie

KU Leuven

In Tanzania en de andere landen rond de Grote Meren in Oost-Afrika vormen bananen het basisvoedsel. De mensen consumeren er 1 tot 1,5 kilo bananen per dag. Ze koken of roosteren de vruchten, maken er bier van of eten ze rauw. De opbrengst van de bananenplanten daalde de laatste decennia door ziekten, plagen en afnemende bodemvruchtbaarheid. De voedselzekerheid werd nog meer bedreigd toen begin jaren negentig honderdduizenden vluchtelingen uit Rwanda en Burundi onderdak zochten in Tanzania.

De Belgische overheid wilde duurzame hulp bieden. Ze zette een programma op poten dat aan de getroffen regio bananenplanten met verhoogde opbrengst levert. Het project staat beschreven in *Het Ingenieursblad*, het maandblad van de Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging. Wereldwijd hadden onderzoekers al supervariëteiten ontwikkeld via klassieke veredeling. Medewerkers van het Laboratorium voor Tropische Plantenteelt aan de KU Leuven vermenigvuldigden zeventigduizend planten voor het project. Ze gebruikten hiervoor *in vitro*-technieken waarbij ze van minuscule bananenplantjes in proefbuizen stekken namen.

Diverse vooruitstrevende Tanzaniaanse boeren plantten 21 geselecteerde variëteiten aan op hun bedrijf. Om het enthousiasme van de bevolking op te roepen, legden ze demonstratievelden aan op goed zichtbare plaatsen. Vervolgens beoordeelden de boeren het groeigedrag en de opbrengst. Ze keurden de bananen ook op hun smaak, een cruciale factor. Uiteindelijk werden veertien variëteiten overgehouden voor verdere verdeling. Op dit moment verbouwen plaatselijke boeren een half miljoen nieuwe planten. Ze gebruiken hierbij de traditionele, biologische teeltwijze met koemest en grasstro.

Het project, onder leiding van Alain Gallez, is een groot succes. De boeren hebben de nieuwe variëteiten massaal geadopteerd. Een ander teken van integratie is dat de boeren onderling stekken uitwisselen. Bovendien is de opbrengst verbazingwekkend. Terwijl de traditionele variëteiten trossen opleverden van tien tot vijftien kilogram, produceren de nieuwe makkelijk het dubbele. Sommige uitschieters wegen zelfs honderd kilo!

Klassiek en hightech

De nieuwe variëteiten werden veredeld op de klassieke manier, door kruisingen. Dit is niet vanzelfsprekend omdat de meeste eetbare bananen geen zaad bevatten. Om dit moeizame proces enigszins te versnellen, worden technologische hulpmiddelen gebruikt. De eerder vermelde *in vitro*-vermenigvuldiging is daar één van. Daarnaast wordt ook de zaadkieming een handje geholpen. Onder veldomstandigheden duurt het negen maanden voor een zaadje kiemt. Om dit proces te versnellen snijdt men het embryo zorgvuldig uit het zaadje. Op die manier kiemt het al na enkele weken.

Genetische manipulatie vormt een alternatief voor de klassieke veredeling. Nu de transformatietechnieken voor banaan geoptimaliseerd zijn, willen onderzoekers bananen modificeren met soorteigen genen. Zo kunnen ze genen van ziekteresistente variëteiten overbrengen naar ziektegevoelige. Wegens strenge testprocedures zal het echter nog jaren duren alvorens we de vruchten daarvan kunnen plukken.

Toch kan biotechnologie de klassieke veredeling vergemakkelijken. Bij kruisingen kan men bijvoorbeeld al in een vroeg stadium opsporen of de nakomelingen de gewenste genen bevatten. Zodoende kan de juiste mix van klassiek en hightech snel mooie resultaten opleveren. Die resultaten krijgen nog meer waarde als iedereen er toegang tot heeft, zoals bij dit bananenproject.

Ilse Wiame

Rubber tappen uit zonnebloemen

Fort Collins, Colorado (VS) - De Colorado State University start een onderzoeksprogramma om rubber te produceren uit zonnebloemen.

Scheikunde

In de Verenigde Staten zullen de komende jaren zonnebloemen worden gekweekt om daar flinke hoeveelheden natuurrubber van hoge kwaliteit mee te produceren. Lee Sommers, directeur van het agrarisch onderzoeksstation in Colorado, legt uit dat genetisch materiaal van de guayulestruik wordt ingebracht om de zonnebloemen te veranderen in latex-producenten. Guayule maakt namelijk van nature een goede kwaliteit rubber, maar slechts in kleine hoeveelheden. Als deze eerste fase van onderzoek succesvol is en als een redelijk oogstsysteem mogelijk is, zal het onderzoeksstation vervolgens een methode ontwikkelen om de latex uit de planten te halen.

Natuurrubber heeft unieke eigenschappen die synthetische rubbers niet hebben. Het is in vrachtwagenbanden bijvoorbeeld veel beter bestand tegen hoge dynamische belastingen; synthetisch rubber zou uit elkaar knallen. Het aanbod van natuurrubber op de wereldmarkt groeit nog jaarlijks en de prijs is laag. Amerika wil echter met de productie van eigen natuurrubber minder afhankelijk worden van import, aldus Sommers.

Volgens Ben van Baarle, rubbertechnoloog van TNO-industrie, voorzien de Amerikanen in de toekomst een situatie waarbij de rubberproductie achter zal blijven bij de toenemende motorisering. Van Baarle ziet het Amerikaanse onderzoek als een interessant experiment, maar is wel sceptisch: "De zonnebloemen zullen best een paar druppels latex produceren, maar omdat er extra verwerkingsstappen bij komen, zoals het fijnmaken en persen van de planten, verwacht ik economisch geen succes voor deze productiewijze."

Renate Zuiker

'Warme' planten winnen terrein

Leiden (NL) - Door een milder klimaat en een toenemende verstedelijking verandert de Nederlandse vegetatie.

Biologie

Wil Tamis, werkzaam aan de Universiteit Leiden, bestudeert de gegevensverzamelingen van de stichting Floristisch Onderzoek Nederland en het Nationaal Herbarium Nederland. Deze informatiebestanden bevatten ruim tien miljoen gegevens over de aantallen en de verspreiding van vijftienhonderd plantensoorten in Nederland in de 20e eeuw.

Door statistisch onderzoek ontdekte de Leidse bioloog dat de Nederlandse vegetatie de afgelopen twintig jaar aanmerkelijk veranderde. Van 1930 tot 1980 namen zowel warmteminnende als 'koude' soorten iets in aantal toe, maar vanaf 1980 steeg het aantal 'warme' soorten plots buitengewoon sterk.

Tamis schrijft de toename van het aantal warmteminnende soorten deels toe aan de klimaatverandering met mildere en nattere winters. Daarnaast speelt de sterke verstedelijking van Nederland een belangrijke rol. In een stedelijk gebied is de temperatuur gemiddeld één tot drie graden hoger dan op het platteland.

De plantendeskundige wil uiteindelijk voorspellen hoe in de toekomst de verscheidenheid aan Nederlandse planten eruit ziet. Daartoe gaat hij eerst in een vervolgstudie onderzoeken waarom sommige planten uitsterven terwijl de omstandigheden voor deze soorten lijken te verbeteren en waarom geheel nieuwe soorten zich soms explosief verspreiden.

Mirjam Leunissen

advertentie

Duitse topkwaliteit verrekijkers en telescopen

Docter-optic, Vixen-Celestron, Swarovski, Helios, Biolam, Zenith, Tal, Exacta, Kiev

Grote collectie verrekijkers en microscopen, stereomicroscopen, astro-telescopen in alle soorten en voor al uw wensen. Voor onderzoek, studie, scholen en hobby.
Specialist in 6x6 spiegelreflexcameras

- Roskam-optics heeft al 30 jaar ervaring in optische instrumenten.
- Wij bieden prima service en geven minimaal DRIE JAAR garantie!
- Vraag naar onze nieuwe collectie zoomstereomicroscopen.

INFO Nederland
tel 071 567 62 31
gsm 06 24 10 89 43
fax 071 527 49 00

ROSKAM OPTICS cameras - microscopes binoculars - telescopes

Celstaafje redt netvlies

Evry (F) – Franse onderzoekers gaan oogaandoeningen te lijf met verpakte cellen. De cellen produceren groeifactoren die het afstervende netvlies nieuw leven inblazen. Bij proefdieren is het alvast een groot succes zodat de eerste klinische onderzoeken deze maand zullen starten in Frankrijk en de Verenigde Staten.

Geneeskunde

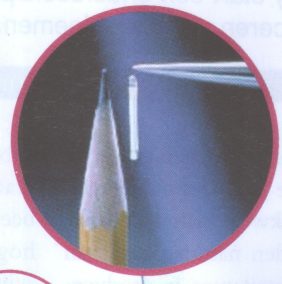
Het Parijse bedrijf Neurotech wil afstervende cellen van het netvlies een nieuw elan geven door hen groeistimulerende factoren te voeden. Daartoe brengen de onderzoekers van het bedrijf in het oog een hol staafje met daarin cellen die gedurende lange tijd de groeifactoren produceren. Dat levert eindelijk een sprankje hoop voor patiënten met aftakeling van de gele vlek of afsterving van de buitenste netvlieslaag.

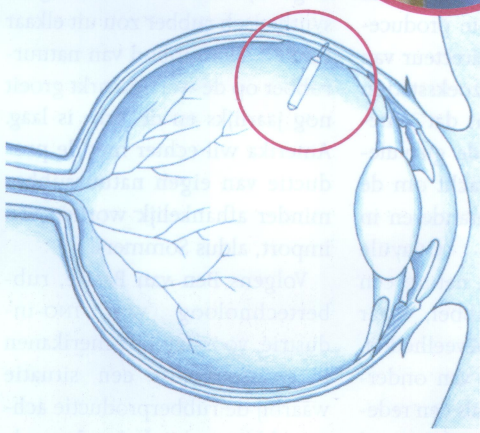
Volgens Dora Dhifallah van Neurotech is het een heel gedoe om medicijnen in de oogbol te brengen. Vooral de weefsels aan de achterzijde, zoals het netvlies, laten zich moeilijk behandelen. Het oog heeft namelijk een barrière opgeworpen tussen de bloedvaten en het oogweefsel, vergelijkbaar met de bloed-hersen-barrière. Die versperring voorkomt dat schadelijke stoffen – via het bloed – de cellen van het oog kunnen beschadigen. Het nadeel is echter dat ook grotere therapeutische moleculen, zoals groeifactoren, de oogweefsels niet kunnen bereiken. Daardoor zijn er voor patiënten die leiden aan macula-degeneratie en retinitis pigmentosa, maar ook aan diabetes-retinopathie (zie 'zover het oog reikt'), tot-nogtoe weinig succesvolle en duurzame behandelingen.

Verpakte cellen

Neurotech wil met zijn verpakte cellen het probleem van binnenuit aanpakken. Het bedrijf heeft een aantal cellijnen ontwikkeld die samen een cocktail van voedende groeifactoren produceren. Door de cellen te verpakken in een hol staafje met een semi-doorlaatbare wand kunnen de voedende factoren het staafje verlaten.

Eenmaal ingeplant zullen enerzijds de groeifactoren door de gelachtige materie van het glasachtig lichaam diffunderen naar de cellen van het netvlies. Anderzijds laten de poriën van het staafje zuurstof en voedingsstoffen door, zodat de cellen binnen in het staafje blijven leven en hun eiwitproductie op peil houden.



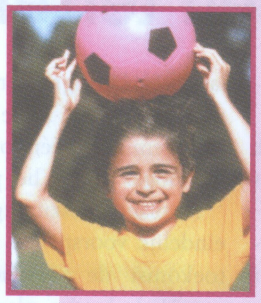


Cellen in het staafje scheiden groeifactoren af die het aftakelende netvlies nieuw leven inblazen.

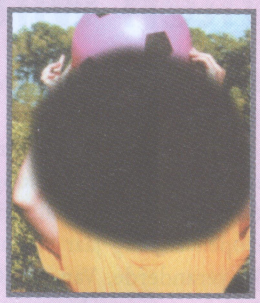
Neurotech

De cellen zelf kunnen het staafje niet uit en ze blijven afgeschermd van het immuunsysteem van de gastheer. Er treden dus helemaal geen afstotingsverschijnselen op. Het staafje heeft de afmetingen van een potloodpunt en het kan onder plaatselijke verdoving worden ingebracht. Bovendien kan het er

Zover het oog reikt ...



Normaal zicht



Macula-degeneratie

Maculadegeneratie

Door de aftakeling van de netvliescellen ter hoogte van de gele vlek (macula), in het centrum van het netvlies, verliest de patiënt gaandeweg het zicht in het midden van het gezichtsveld. In de gele vlek bevinden zich vooral de kegeltjes, en die hebben we nodig voor het scherpe zicht tijdens de dag en om kleuren te zien. Bij oudere mensen is ouderdomsgebonden macula-degeneratie de belangrijkste oorzaak van blindheid. Men schat dat over de hele wereld ongeveer 25 miljoen mensen aan deze aandoening lijden.

ook zo weer uit, een niet te onderschatten voordeel met het oog op het inperken van mogelijke complicaties.

De onderzoekers waren laaiend enthousiast over de resultaten die ze behaalden bij honden. Deze honden lijden aan een zeer agressieve vorm van retinitis pigmentosa. Zonder behandeling zijn ze na vier maanden volledig blind. Plaatste men een staafje in het oog, dan bleef het aftakelingsproces van het netvlies beperkt. Haalde men het staafje weg, dan hervatte de degeneratie ogenblikkelijk.

De technologie lijkt nu volwassen genoeg om over te stappen naar proeven bij mensen. Deze maand start het bedrijf met de eerste klinische studies waaruit moet blijken of de staafjes niet alleen bij honden werken, maar ook bij patiënten met oogaandoeningen. In de eerste plaats wil Neurotech macula-degeneratie en retinitis pigmentosa behandelen, maar het werkt ook aan gelijkwaardige behandelingen tegen diabetes-retinopathie.

Peter Raeymaekers

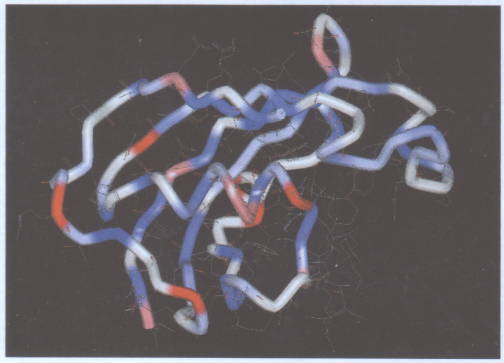
Opvouwend eiwit volgt kronkelige marathon

Philadelphia, Penn. (VS) - Een eiwitketen neemt zijn definitieve vorm aan na een langdurig, ingewikkeld proces. Er is geen vaste route die het eiwit daarbij volgt.

Scheikunde

Feng Gai en zijn collega's aan de universiteit in Philadelphia, Penn State, plagen met korte laserpulsen kleine eiwitten in een oplossing. Deze eiwitten bestaan uit ketens van twintig aminozuren. Sommige zijn vettig (hydrofoob), andere voelen zich prettiger in water. Na de laserpuls zijn de eiwitten volledig uitgerold. Vervolgens vouwt de keten zich zó dat de hydrofobe aminozuren zoveel mogelijk zijn afgeschermd van de waterige omgeving, terwijl de waterminnende aan de buitenkant van het kluwen zitten.

Gai beschrijft in de *Proceedings of the National Academy of Sciences* de resultaten van enkele experimenten. Chaos blijkt troef. De snelheid waarmee eiwitten hun vorm aannemen, varieert enorm. Ze volgen blijkbaar geen vaste route langs enkele markante, stabiele punten, maar zoeken hun uiteindelijke vorm via een kronkelige, dwalende route. Gai vergelijkt het met de wijze waarop skiërs bergafwaarts allemaal een andere weg volgen.



Rode (waterminnend) en blauwe (vette) aminozuren bepalen mede de uiteindelijke vorm van een eiwit.

Het vouwproces vormt een belangrijke aanwijzing voor het onderzoek naar sommige ziekten. Bij de ziekte van Alzheimer en de ziekte van Parkinson zijn, zo vermoeden onderzoekers, verkeerd gevouwen eiwitten de grote boosdoeners.

Gai zoekt naar manieren om foutief gevouwen eiwitten te voorkomen. Hij gelooft in chaperonnes, ofwel verbindingen die het eiwit helpen met het aannemen van de juiste vorm of het weer terugbrengen in de oorspronkelijke, ongevouwen vorm. Dergelijke moleculen, zo hoopt Gai, zullen degeneratieve ziekten moeten stoppen.

Erick Vermeulen

Retinitis pigmentosa

Retinitis pigmentosa

Retinitis pigmentosa (RP) is een erfelijke aandoening waarbij in de eerste plaats de cellen in het perifere deel van de netvlies afsterven. De patiënt zal minder goed zien bij schemering (nachtblindheid) en hij zal ook de buitenkant van het zichtveld niet meer waarnemen. Op den duur leidt RP meestal tot volledige blindheid. Alhoewel de symptomen op elke leeftijd kunnen optreden, begint de aandoening doorgaans op jongvolwassen leeftijd. Wereldwijd zijn er 1,6 miljoen RP-patiënten.

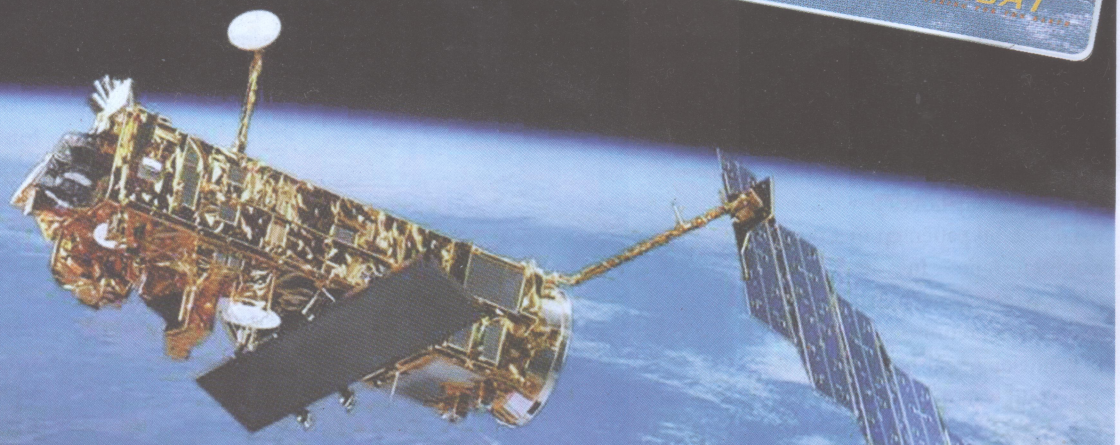
Diabetes-retinopathie

Diabetes-retinopathie

Suikerziekte kan het netvlies beschadigen doordat hoge concentraties glucose in het bloed de wanden van de kleine bloedvaten dikker, maar ook zwakker maken. Ze kunnen vervormen en gaan lekken. Als gevolg van de beschadigingen die deze lekkende bloedvaten in het oog veroorzaken, gaan er nieuwe bloedvaten groeien. Die vormen echter littekenweefsel en veroorzaken soms het loslaten van het netvlies. In de VS lijden naar schatting 4,5 miljoen van de 7 miljoen geregistreerde diabetespatiënten aan deze vorm van retinopathie. Na twintig jaar suikerziekte ontwikkelt 90% van de type-I-diabetici en 60% van de type-II-diabetici retinopathie.

Kans op gratis Envisat cd-rom!

mét gratis toegangskaart voor Space Expo



Lezers van *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* kunnen meedingen naar één van de 100 cd-roms over de nieuwe aarde-observatie-satelliet Envisat (Environmental Satellite), inclusief gratis toegangskaart voor de permanente ruimtevaart-tentoonstelling Space Expo in Noordwijk, waar een 1:1-model van de satelliet staat opgesteld.

Wat moet u doen om kans te maken op dit schitterende cadeau?

Stuur een losse adressticker, voorzien van uw naam en volledige adres, naar:
Natuur & Techniek / Envisat
Postbus 256,
1110 AG Diemen.

Natuur & Techniek
WETENSCHAPSMAGAZINE

ENVISAT
CARING FOR THE EARTH

Lanceerdatum: 1 maart 2002
Draagraket: Ariane 5
Gewicht satelliet: 8200 kg
Duur missie (gepland): 5 jaar
Aantal instrumenten: 10
Omloopbaan: synchroon aan de zon, hoogte 800 km
Inclinatie: 98 graden
Omloopduur: 101 minuten
Cyclus:
elke 35 dagen
Kosten:
2 miljard euro

De hemel in april

Sterrenkunde

De Maan gaat op toernee! Medio april trekt deze satelliet langs wel vier planeten. Het wordt een prachtig openluchtspektakel met vrije entree. Trotseer de kou en ga in het pikkedonker in je achtertuin staan. Met een verrekijker is dan al te zien dat op achtereenvolgens 14, 15, 16 en 18 april rond negen uur de Maan langs respectievelijk Venus, Mars, Saturnus en Jupiter trekt.

Het meest spectaculair is de Saturnus-bedekking op 16 april. Om even voor elf uur 's avonds verdwijnt de geringde planeet achter de Maan, om na ruim een half uur weer aan de verlichte maankant te verschijnen. Ook de samenstand met Jupiter rond twee uur 's ochtends mag er wezen.

Voor de vroege vogel is er tussen 16 en 25 april in de ochtenduren een kleine meteorenzwerm te zien. De 'vallende sterren' van deze Lyriden-zwerm lijken, als je hun sporen achterwaarts verlengt, uit het sterrenbeeld Lier te komen. In de bijna maanlichtloze nachten rond 22 april zwelt de zwerm met tien à vijftien meteoren per uur aan tot een hoogtepunt. Kijk op 29 april eens links van de Maan. Dan zie je – mits je geen last hebt van teveel lichtvervuiling – de Melkweg met daarin talrijke 'nevelvlekjes': gasnevels en open sterrenhopen.

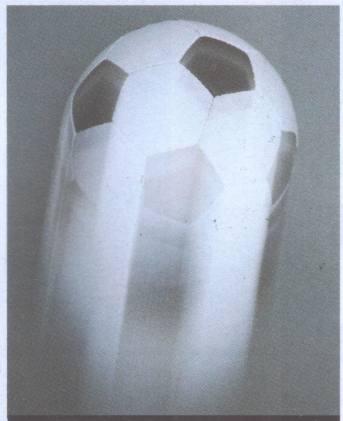
Frédérique Melman

Darbepoetin

Tot tienmaal toe benadrukt de sportverslaggever de naam van het nieuwe middel dat de dopinglaboratoria van het Olympisch Comité bij enkele sporters hebben aangetroffen. Het is een moeilijk woord: dar-be-poe-tin. Het is in feite een modificatie van het beruchte epo, ofwel erythropoëtine. De juiste nederlandstalige naam is dan ook darbepoëtine.

Dit middel is nog geen half jaar op de markt voor de behandeling van onder andere ernstig nierfalen. Vanwege de bijwerkingen moeten artsen hun patiënten nauwkeurig in de gaten houden. Afgezien van de strijd tegen valsspelen – we zijn immers dol op eerlijke prestaties – is het dan ook een goede zaak dat zo snel tegen misbruik van darbepoëtine wordt opgetreden. Gelukkig blijkt het geen beletsel voor het Olympisch Comité dat het middel zo vers is dat het nog niet op de lijst van verboden stoffen staat.

Dit nieuwe dopingmiddel maakt duidelijk dat we dit jaar in de sport weer de nodige ophef kunnen verwachten. De problemen rond vermeend misbruik van nandrolon door enkele topvoetballers sudderen nog door. Sporters en begeleiders bekijken inmiddels voedingssupplementen met argusogen. En de media en sportorganisatoren bekijken de sporters eveneens met argusogen.



Column

Hopelijk zal het gezonde verstand gaan overheersen, ook in de berichtgeving. Duursporters hebben bijvoorbeeld weinig aan doping die bedoeld is voor krachtexplosies. En de bij voetballers gemeten hoeveelheden nandrolon zijn dermate laag dat je je kan afvragen of ze daar wel enig fysiek voordeel van hebben gehad.

De meeste aandacht zal uitgaan naar het wielrennen, vooral de Tour de France. Doping is in die populaire sport van oudsher een gegeven. Eind jaren zestig vormde de dood van coureur Tommy Simpson tijdens een beklimming in de Pyreneeën een belangrijke waarschuwing. Niettemin slaan vele wielrenners en hun begeleiders daar geen acht op. Soigneurs vertroetelen de pedaalhelden en brengen ze met alle mogelijke legale, maar soms ook illegale middelen in topconditie. Er bestaan nog steeds raadsels rondom de vroege dood van sommige wielrenners. Maakt topsport het menselijk hart zwak, of was het menselijke zwakte die topsporters de dood injoeg?

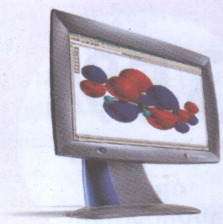
Voetballers doen er straks tijdens het WK in Japan goed aan in hun koffer in ieder geval geen epo, nandrolon of 'darbepoetin' mee te sjouwen, zelfs niet voor de hond. Tussen de vele sprintjes en tackles door krijgen ze al genoeg zuurstof.

Erick Vermeulen

Goedkoper beeldscherm

Utrecht (NL) - Een nieuwe, snellere productietechniek geeft halfgeleiderlagen met betere elektronische eigenschappen.

Natuurkunde



Platte beeldschermen bestaan uit een ondergrond van glas of plastic met daarop een dunne laag amorf silicium. Onder invloed van een kortstondige elektrische spanning wordt deze halfgeleiderlaag gedurende een fractie van een seconde geleidend. Op deze wijze kun je lokaal een spanningsverschil creëren en zo afzonderlijke pixels in een lcd-beeldscherm aansturen.

De huidige siliciumlagen in beeldschermen hebben als nadeel dat ze niet stabiel zijn: hun elektronische eigenschappen veranderen als het materiaal onder 'stress' staat. Zo verandert een naburige spanning de spanning die nodig is om een stukje silicium geleidend te maken. Dit is een ongewenst effect in de elementen die de pixels van een plat beeldscherm aansturen.

Natuurkundigen van de Universiteit Utrecht ontwikkelden siliciumlagen met een grotere stabiliteit. De lagen danken hun verbeterde elektronische eigenschappen aan de manier waarop de onderzoekers ze maken, namelijk door zogeheten *hot wire chemical vapour deposition*. Deze nieuwe methode heeft als extra voordeel dat de vormingssnelheid tienmaal hoger is dan bij conventionele technieken. De productiekosten van platte beeldschermen gaan daardoor aanzienlijk omlaag.

Mirjam Leunissen

LEZERSSERVICE
NATUUR & TECHNIEK
abonnement

Eureka!

Natuur & Techniek is het wetenschapsmagazine waar u altijd al naar zocht

www.natutech.nl

Met *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* krijgt u iedere maand de nieuwste inzichten uit wetenschap en techniek. De beste wetenschappers houden u in begrijpelijke taal op de hoogte van de ontwikkelingen die u niet mag missen. Van natuurkunde tot psychologie en van technologie tot milieu. Altijd heet van de naald. Met unieke foto's uit de keuken van de wetenschap en verhelderende infographics. Het is alsof u zélf alles ontdekt. **Eureka!**

35% KORTING op een abonnement

Neem nu een extra voordelig abonnement op *Natuur & Techniek* en u krijgt gratis het boek *Uitvindingen uit de Ruimte* thuisgestuurd én de spectaculaire astronomie cd-rom *Redshift*.

Totale winkelwaarde € 76,-

Hoe abonneren?

Bel 0(031)76-5733770
kijk op www.natutech.nl óf
vul bijgaande antwoordbon in.

LEZERSSERVICE Natuur & Techniek
Postbus 3144, 4800 DC Breda
Telefoon 0(031)76-5733770 Fax: 0(031)76-5712412

Eurodiffusie voor wiskundigen

Diemen (NL) - Half februari vond de Studiegroep Wiskunde met de Industrie plaats. In Amsterdam vatten de binnen- en buitenlandse wiskundigen allerlei problemen bij de horens.

Wiskunde

Na drie volle dagen denken en doen presenteren op 21 februari wiskundigen oplossingen voor een zestal problemen. Eén groep maakt een nieuw model voor de rozenteelt, een andere werpt zich op tropische vissen die het in de zomer in Artis te warm krijgen. Zij halen als 'knappe koppen' zelfs het Jeugdjournaal. Een industrieel probleem betreft de compressie van binaire gegevens, zoals op een geluids-cd.

Over de verspreiding van euro's hebben zich ook enkele wiskundigen gebogen. Ze presenteren daarvoor twee modellen. Ger Koole, hoogleraar aan de VU Amsterdam, heeft in het programma Excel een eenvoudig model geprogrammeerd. Hij schat, aan de hand van enkele resultaten op de website www.wiskgenoot.nl/eurodiffusie en eigen waarnemingen, de mate waarin de euro de grens overschreidt voorzichtig in. Bij vier procent grensoverschreidende munten zal nog voor de zomervakantie van 2003 de helft van de munten in onze portemonnee uit buitenlandse munten bestaan.

Twee collega's verbonden aan de Universiteit Twente presenteren een model dat meer rekenkracht van computers vraagt. Europa hebben ze ingedeeld in honderd blokken met elk evenveel inwoners. Zij trachten ook factoren zoals luchtverkeer in hun model mee te nemen. Naar believen kunnen ze deze factoren aan- en uitschakelen. Hun computer toont snel in duidelijke grafieken de simulaties voor diverse landen. Een gelach weerklinkt in de zaal als ze de eurodiffusie in Ierland tonen bij afwezigheid van luchtverkeer.

In het najaar willen we aan de hand van deze modellen en de ingevoerde metingen op de eurodiffusiewebsite theorie en praktijk naast elkaar leggen. Bij de 1-maart-meting zijn door de EuroMeters ruim tachtigduizend munten ingevoerd. De hoeveelheid buitenlandse munten is toegenomen. Een grafiek waarin de percentages van de diverse munten zijn uitgezet tegen de tijd vertoont een grillig patroon. Een tendens is waarneembaar. De 1-aprilmeting en latere grote metingen zijn nodig om beter inzicht te krijgen in de snelheid waarmee de euro's zich verspreiden.

Erick Vermeulen

Informatie

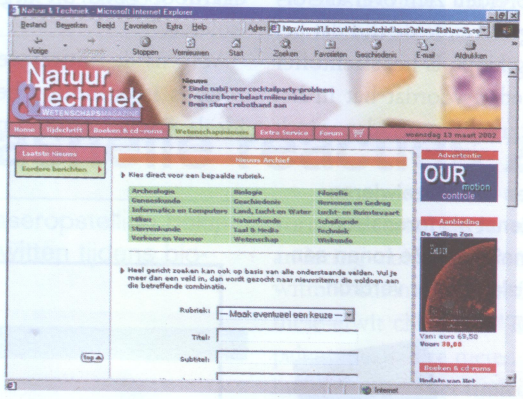
Meedoen aan het grote eurodiffusie-experiment van N&T via www.wiskgenoot.nl/eurodifusie

Nieuwe motor, nieuwe carrosserie

Diemen (NL) – Rond 1 april gaat de vernieuwde website van *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* in de lucht. Niet alleen het uiterlijk is gemoderniseerd.

Op het vertrouwde adres www.natutech.nl kunnen bezoekers straks nog sneller informatie over *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* vinden en oude berichten raadplegen. Na de restyling van het maandblad begin 2000 krijgt ook de website een nieuw uiterlijk. Het juiste logo en passende pasteltinten zorgen ervoor dat de site de sfeer van het blad weerspiegelt.

Bij de lay-out van de site, die is vervaardigd door Yellowmind in Baarn, hebben we goed nagedacht over de functies die voor onze bezoekers van belang zijn. Overzichtelijkheid is troef, bijvoorbeeld door het gebruik van minder hoofdthema's: tijdschrift, wetenschapsnieuws, boeken en cd's, het forum voor vragen en discussies en extra service, met onder meer informatie over reizen en de wetenschapsagenda. Bij zoekfuncties hebben we de scrollbars met vakgebieden vervangen door een overzichtelijke groep knoppen.



www.natutech.nl volledig vernieuwd

De site haalt alle informatie uit een database, waarin onder meer informatie over artikelen in het blad, wetenschapsnieuws en informatie over boeken en cd's is opgenomen. Voor de nieuwe site zijn alle totnogtoe verzamelde gegevens overgezet naar een nieuw databasesysteem, SQL, ofwel Structured Query Language. Bij het bladeren door de site zullen daardoor gegevens sneller worden verstuurd naar de bezoeker. Niet alleen de carrosserie is vernieuwd, ook de motor heeft meer vermogen gekregen.

Nieuw op de site is een zoeksysteem dat toegang geeft tot oudere nieuwsberichten. Alle wetenschapsberichten die we de laatste vier jaar op de website publiceerden, zijn daardoor voor iedereen toegankelijk.

Nog niet geïmplementeerd, maar wel in de maak, is een *Natuur & Techniek*-nieuwsbrief. Daarmee willen we binnenkort geïnteresseerden regelmatig informatie toesturen over bijvoorbeeld recent gepubliceerde nieuwsberichten en nieuwe boeken.

Erick Vermeulen

Kiezelwieren verraden verdrinkingsdood

Geneeskunde

Antwerpen (B) – Om een verdrinkingsdood onomstotelijk vast te stellen, halen echte forensische speurneuzen hun microscopen uit de kast. Ze gaan op zoek naar diatomeeën ofwel kiezelwieren in de organen van het slachtoffer.

"Wanneer een lijk na weken, maanden of zelfs jaren uit een kanaal wordt opgedregd, is de objectieve diagnose 'dood door verdrinking' vaak heel moeilijk te stellen", vertelt forensisch-patholoog Werner Jacobs van het Antwerpse Universitaire Ziekenhuis.

"In detectiveromans luidt de theorie dat iemand in verdrinkingsnood naar lucht hapt en water in zijn longen zuigt. De patholoog komt dan telkens met een oordeel dat gebaseerd is op de aan- of afwezigheid van water in de longen. In de echte forensische wereld is een dergelijk bewijsmateriaal helaas bijzonder mager, want in de praktijk vindt men in de longen van bijna elk lichaam dat een tijdje in het water ligt vloeistof."

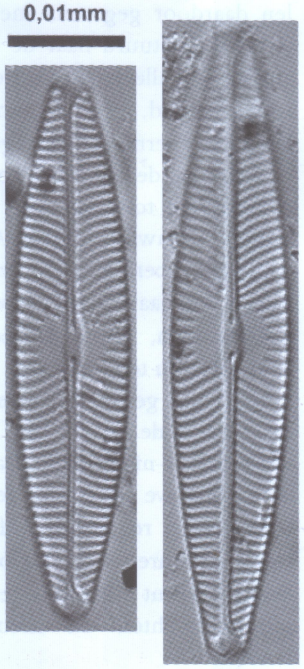
Er zijn dus geavanceerdere en objectievere technieken nodig om de verdrinkingsdood vast te stellen. Men kan bijvoorbeeld de organen van het slachtoffer onderzoeken op de aanwezigheid van micro-organismen die in het water leven. "Als iemand verdrinkt, zuigt hij tezamen met het water een grote hoeveelheid micro-organismen zijn longen in", legt Jacobs uit. "De micro-organismen komen vanuit de longen in de bloedbaan terecht en verspreiden zich over alle organen gedurende de tijd dat het hart nog klopt. Is het slachtoffer al overleden voordat het in het water terechtkomt, dan vindt men dergelijke micro-organismen doorgaans niet terug in de organen."

"Goede organismen voor zo'n forensische analyse zijn diatomeeën ofwel kiezelwieren", vertelt bioloog en diatomeeënkenner Bart van de Vijver van de Rijksuniversiteit Antwerpen. "Deze eencellige organismen komen voor in alle soorten water: poelen, rivieren, zeeën, tot zelfs het water dat thuis uit de kraan stroomt. Het sterke uitwendige skelet van kiezelwieren weerstaat zelfs de meest extreme chemische of enzymatische behandelingen omdat het uit siliciumoxide bestaat. Ze zijn daardoor goed uit organen te isoleren."

Volgens de Antwerpse onderzoekers is beenmerg het meest ideale weefsel om te onderzoeken. "Zachte weefsels zoals nieren, lever of hersenen raken tijdens de autopsie gemakkelijk verontreinigd", licht Jacobs toe. "Bij beenmerg is die kans veel kleiner, omdat het de hele tijd van de buitenwereld is afgeschermd door stevig botweefsel."

"Het bot – meestal dat van het dijbeen – breken we pas in een steriele kast in het laboratorium open, ver van de autopsieruimte", vult Van de Vijver aan. "Daarna koken we het weefsel in salpeterzuur tot alle organische componenten afgebroken zijn. Als we het mengsel daarna filtreren, blijven alleen de diatomeeskeletjes op het filter over. Als ik die terugvind dan is het slachtoffer zeker verdronken." Jacobs voegt daar voorzichtigheidshalve aan toe: "Tenzij hij enkele dagen voordien ging zwemmen en enkele stevige slokken water heeft binnengekregen."

Peter Raeymaekers

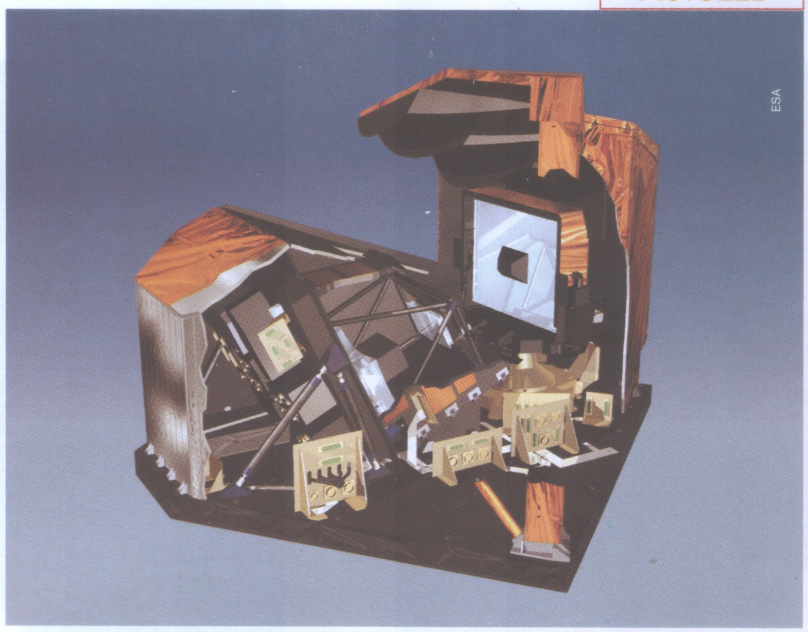


Skeletjes van kiezelwieren doen dienst als forensisch bewijsmateriaal. Ze tonen aan dat het slachtoffer verdronken is.

advertentie

Eurofysica
HOLLAND
instrumenten voor natuurkunde
scheikunde en biologie
meubilair voor vaklokalen
PHYWE
Eurofysica BV - Postbus 3435 - 5203 DK 's-Hertogenbosch
telefoon: 073 623 26 22 - fax: 073 621 97 21 - email: info@eurofysica.nl

Sterverduistering geeft inzicht in aards milieu



Parijs (F) – De nieuwste Europese 'milieuwaakhond' draagt de naam ENVISAT. Aan boord van deze satelliet bevindt zich GOMOS, het eerste instrument dat naar sterverduisteringen kijkt.

Sterrenkunde

De Europese ruimtevaartorganisatie ESA lanceerde ENVISAT op 1 maart vanaf Kourou in Frans-Guyana. Minimaal vijf jaar moet hij rondjes om de Aarde afleggen. Zijn taak: zo veel mogelijk gegevens over het aardse milieu verzamelen, desnoods door naar verdwijnende sterren te kijken...

Een van de opmerkelijkste instrumenten aan boord is GOMOS, dat staat voor *Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars*. Dit is een duizendpootje op zichzelf: het bestudeert tegelijkertijd sporegassen (onder andere ozon, NO_2 en OClO), waterdamp, aërosolen en de temperatuurverdeling in de stratosfeer – de luchtlaag die zo'n tien kilometer boven het aardoppervlak begint.

GOMOS is het eerste instrument ooit dat zijn metingen baseert op het sterverduisteringsprincipe. Een telescoop 'kijkt' langs de Aarde naar een heldere ster die zo ver boven de horizon staat dat de aardse atmosfeer niet in het gezichtsveld ligt. Terwijl de satelliet zich in zijn baan voortbeweegt, blijft de telescoop op deze ster gericht. Hierdoor lijkt de ster achter de aardse atmosfeer te zakken: hij wordt 'verduisterd'. Tijdens de verduistering registreert GOMOS continu de spectra van de ster in het ultraviolette, zichtbare en nabij-infrarode licht.

Gassen in de aardse atmosfeer beïnvloeden de spectra, doordat ze een deel van het sterrenlicht absorberen. Elk gas doet dat op een geheel eigen manier, door alleen bepaalde golflengten te absorberen – elk gas heeft een eigen spectrale 'vingerafdruk'. Vervolgens vergelijkt men de resultaten met het spectrum van de ster toen deze zich nog boven de atmosfeer bevond, enkele seconden voor de verduistering. Zo kunnen de atmosferische gassen en hun concentraties worden bepaald. De metingen zijn uitzonderlijk nauwkeurig: veranderingen van slechts één-twintigste procent per jaar in bijvoorbeeld de ozonconcentratie zijn detecteerbaar. Dit ligt ver beneden de werkelijke afbraaksnelheid.

Mirjam Leunissen

Laser laat ultrasnelle reacties zien

Amsterdam (NL) - Met een nieuwe laseropstelling bekijken fysici de vormverandering van eiwitten tijdens biochemische reacties.

Biofysica

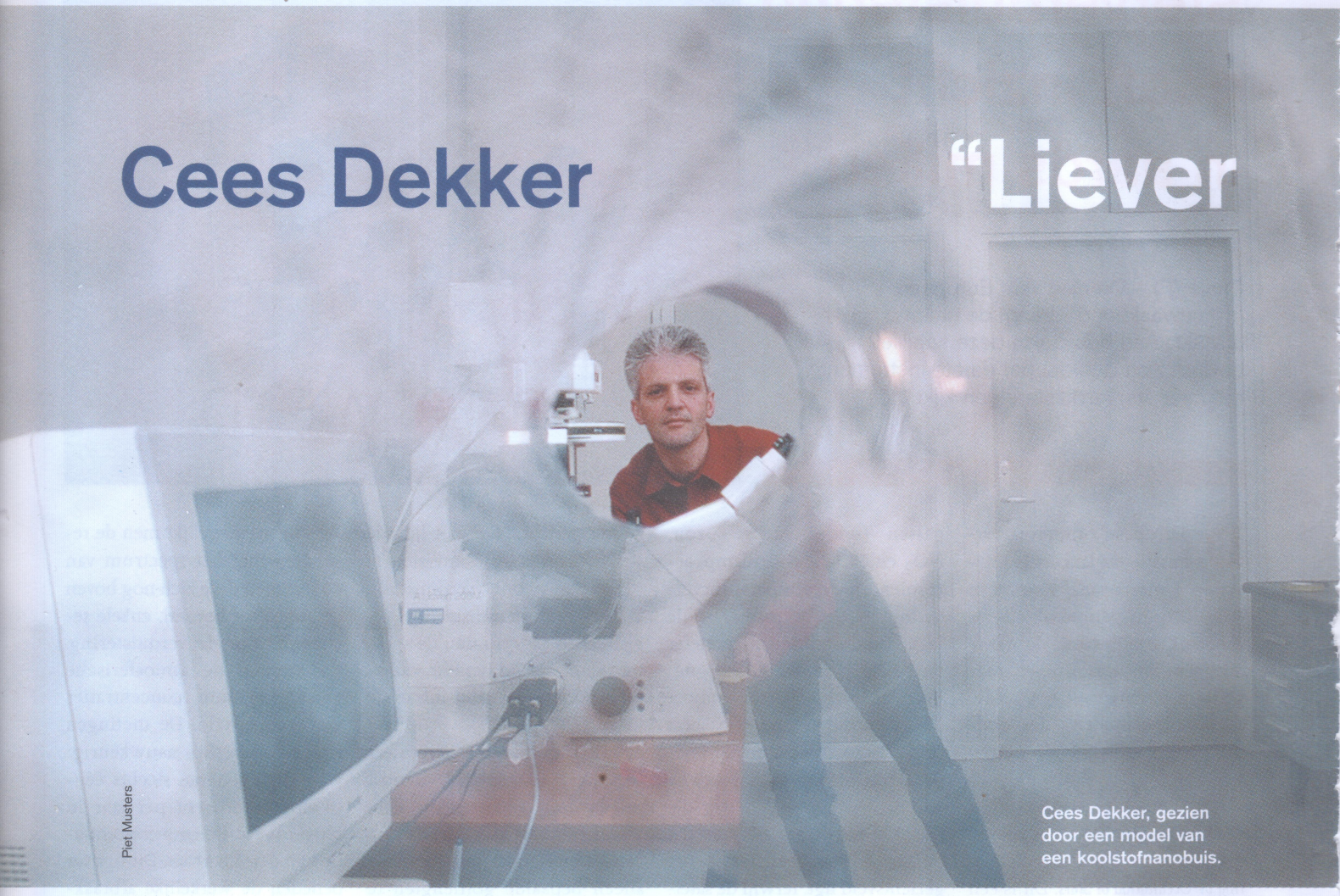
Om biochemische reacties tussen eiwitten op een ultrakorte tijdsschaal te visualiseren, hebben dr Marloes Groot en prof dr Rienk van Grondelle van de afdeling Biofysica van de Vrije Universiteit in Amsterdam een nieuwe laseropstelling gebouwd. Waar onderzoekers eerder vormverandering in een nanoseconde (10^{-9} s) maten, kunnen Groot en Van Grondelle de verandering nu in enkele femtoseconden (10^{-15} s) meten. Dat is bijna een miljoen keer zo snel.

Eiwitreacties komen voor bij alle levensprocessen. Bij zo'n reactie verandert een eiwit van vorm. De fysici meten vormverandering aan lichtgevoelige eiwitmoleculen, zoals het fotosynthese-eiwit chlorofyl. "Eerst bepalen we, door te meten hoeveel infrarood licht het molecuul absorbeert, de vorm vóór verandering", legt Groot uit. "De laser zendt vervolgens een lichtpuls uit, die planten gebruiken om via fotosynthese energie uit zonlicht op te slaan, en vervormt het eiwit. Enkele femtoseconden later bepalen we, door een tweede absorptiemeting van infrarood licht, de eiwitvorm ná de verandering."

"Als we meer weten over de vormverandering van lichtgevoelige eiwitten, dan kunnen we voorspellingen doen over de verandering van verwante, niet lichtgevoelige eiwitten", vertelt Groot. Chlorofyl is verwant aan menselijke eiwitten die zijn betrokken bij bijvoorbeeld de ademhaling en vetopslag, blijkt bij bepaling van de bouwsteenvolgorde.

Frédérique Melman

Cees Dekker "Liever



Piet Musters

Cees Dekker, gezien door een model van een koolstofnanobuis.

De maffe eigenschappen van koolstofnanobuisjes leverden hem veel wetenschappelijke voorspoed. Toch stapt fysicus Cees Dekker over van de levenloze naar de levende materie: van de nanofysica naar de moleculaire biofysica. Hij raakte gefascineerd door de wonderlijke mogelijkheden van minuscule biologische systemen. "Ik vraag me af of we biologische bouwprincipes kunnen gebruiken voor het maken van elektronische circuits"

Bennie Mols

Het succes lijkt niet op te kunnen. Dé wetenschappelijke doorbraak van 2001 volgens *Science*. Medewinnaar van de Europhysics Prize 2001. De drie best geciteerde artikelen van Nederlandse fysici in een top-40-lijst die de stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) elk jaar publiceert.

Natuurkundige Cees Dekker mag niet klagen. Klagen lijkt trouwens in het geheel niet iets voor hem. Wel relativeert hij zijn eigen bijdrage maar meteen: "De totale hoeveelheid kennis is zo immens, dat ik daar maar een zeer beperkte bijdrage aan lever, wat ik ook doe. Wat dat betreft heb ik niet zo'n hoge pretenties."

Het tijdschrift *Science* koos de ontwikkeling van elektronische circuits op moleculaire schaal tot doorbraak van het jaar 2001. "De mogelijkheden zijn ongekend, want de schaal is duizend maal kleiner dan die in de beste huidige computerchips", schrijven de redacteuren van het tijdschrift. De Delftse onderzoeksgroep van Cees Dekker maakte in 1999 van koolstofnanobuizen

een nieuw veld, dan jaar na jaar hetzelfde onderwerp"

de eerste nanotransistor. Vorig jaar bouwden hij en zijn onderzoekers van enkele nanocomponenten de eerste werkende elektronische schakeling op nanoschaal. *Science* verwijst expliciet naar het werk van Dekkers Delftse groep.

Driemaal haalde het nanobuizenonderzoek de afgelopen jaren zelfs de cover van *Nature*. Zoekt hij zijn onderzoeksonderwerpen zodanig uit dat ze een publicatie in *Nature* waard zijn? "Het is zeker niet mijn drijvende kracht om in *Nature* te publiceren. Als je echter een belangrijk probleem identificeert, en je behaalt resultaten, dan wil je het ook in een belangrijk tijdschrift publiceren. Maar als je vraagt, doe je het dáárom, dan is het antwoord 'nee'."

Dekker is bescheiden en bedachtzaam. Hij kiest zorgvuldig zijn woorden, weegt steeds af hoe hij zijn gedachten formuleert en wat hij wel of niet wil zeggen, "want straks staat het in het blad".

Levende materie

Ondanks de wetenschappelijke voorspoed stapt hoogleraar Cees Dekker van de nanobuizen over naar onderzoek in de biofysica. Na het succes van de minuscule koolstofstructuren met hun bijzondere eigenschappen begon het te kriebelen, zegt hij. "Normaliter heb ik nog zo'n 25 jaar arbeidzaam leven voor me. Dat is een lange tijd. Ik heb me afgevraagd of ik die wil doorbrengen met vaste-stof-fysica of dat ik de biofysica-kant op wil gaan. Op dat laatste terrein liggen meer open vragen. Dat vind ik leuker om aan te werken. Ik ben toch meer iemand die open velden wil exploreren dan heel diep, jaar na jaar, op één onderwerp wil doorgaan."

De stap is ook minder groot dan die op het eerste gezicht lijkt. Een paar jaar geleden kwam in de wetenschappelijke literatuur de vraag naar voren of DNA, ons erfelijke materiaal, elektrische eigenschappen heeft. Omdat zijn groep toch al werkte met nanofysische technieken en elektrische geleiding, was het meten aan DNA geen grote stap meer. Op lange lengteschalen bleek DNA echter niet goed te geleiden. "Toen deden we nog vaste-stofachtige experimenten die niet biologisch relevant waren", zegt Dekker. "Twee jaar geleden besloot ik serieuzer de kant van de biofysica op te gaan. Ik ben gefascineerd geraakt door biologische systemen. Je vindt er prachtige structuren die je kunt bestuderen met *single molecule*-technieken, technieken die we ook al bij de nanobuizen gebruiken om naar enkele moleculen te kijken. Ik wil graag op het grensvlak werken van nanotechnologie en biofysica."

Hij weet nog niet welke grote openliggende vragen hij wil beantwoorden. "Dat durf ik nog niet zo te definiëren. Ik zie allerlei structuren in de cel waarvan we de werking nog nauwelijks begrijpen: het ribosoom, roterende motortjes, membraaneiwitten. De microscopische werking van veel biologische sytemen in een levende cel is onbekend. Met *single-molecule*-technieken kunnen we nu aan één zo'n systeem meten."

Er ligt een zee aan mogelijkheden: nanofabricaten van DNA; kunstmatige structuren waarmee ze biologische systemen kunnen nabootsen of combinaties van biologische systemen en nanomachinerie. "Ik ben nog rustig aan het rondkijken, en de onderzoeksgroep aan het formeren. Ik vind het mooi zo verkennend bezig te zijn. Ik stel me vragen als: Kunnen we biologische bouwprincipes gebruiken om elektronische circuits te maken? Kunnen we biomotoren op een chip gebruiken om iets nuttigs te doen? Ik heb veel ideeën en wil veel verschillende dingen doen. In de biologie heb je allerlei structuren die spontaan assemble-

Prof dr Cees Dekker (1959) studeerde natuurkunde aan de Universiteit Utrecht, waar hij in 1984 afstudeerde in de experimentele natuurkunde. In 1988 voltooide hij aan dezelfde universiteit zijn proefschrift op een onderwerp uit de vaste-stoffysica, waarna hij universitair docent werd. In 1990/1991 werkte hij als gastonderzoeker bij IBM Research in de VS. Daarna was hij tussen 1993 en 1999 universitair hoofddocent aan de Technische Universiteit Delft. Sinds 1999 is hij daar hoogleraar, vanaf oktober 2000 met als specialisme moleculaire biofysica.

Cees Dekker...

...vindt de gedachte dat we met een 'theorie van alles' alles zouden weten onzinnig

ren. Je brengt in een bekerglas elementen bij elkaar, en dan vormt het zich spontaan. We staan pas aan het begin van onderzoek of we met die strategieën iets elektronisch kunnen bouwen. Aan de koppeling tussen nanostructuren en biologische systemen is nog vrijwel niets gedaan."

Wat betreft de biologische achtergrondkennis moet hij als fysicus gewoon vooraan beginnen. Alle leden van zijn onderzoeksgroep bestuderen elke week een hoofstuk uit een biologieboek. Tijdens een gezamenlijke werkbespreking discussiëren ze daar dan over. "Zo leer ik elke week weer bij." Daarnaast komt een intensieve samenwerking met biologen op gang. "Zij kunnen van sommige experimenten natuurlijk veel beter de biologische relevantie inschatten dan ik."

Té complex

Zijn interesse voor de biologie komt niet geheel uit het niets. Dekker hield zich als student in Utrecht al enige tijd bezig met medische fysica.

"Maar ik vond het toch wel een tikkeltje jammer dat hij niet het natuur & techniek-profiel koos, maar het economische. Ik accepteer zijn keuze echter volledig."

"In breder verband vind ik de trend dat alles op economie, geld en zaken wordt gericht erg jammer. Welvaart krijgt veel meer aandacht dan cultuur – in brede zin – en in engere zin de natuurwetenschappen. Ik hoop dat meer jongeren interesse krijgen in de natuurwetenschappen. Helaas neemt het aantal studenten daarin continu af."

Hij houdt van verkenningen op relatief onontgonnen wetenschappelijk terrein. Heeft hij in de afgelopen jaren dan niet een overstap naar de neurowetenschappen overwogen? Daar is ook veel nieuw werk aan de winkel voor fysici.

"Ik heb er inderdaad wel aan gedacht", zegt Dekker. "Neurowetenschappen vind ik echter toch wat te ambitieus. Ik geloof niet dat we daar de komende tientallen jaren veel antwoorden kunnen

"Het raakvlak van nanotechnologie en biotechnologie kan tot grote veranderingen leiden met medisch-ethische consequenties"

...vindt het opmerkelijk dat wetenschappers zich het laatste decennium weer verbreden en over de heg bij de buren kijken

Hij deed toen onderzoek aan het visuele systeem. Maar uiteindelijk vond hij het onderzoek van zulke medisch-fysische systemen te complex. In de vaste-stoffysica, waarin hij verder ging, is het makkelijker een concreet, geïsoleerd systeem te definiëren en daar modellen voor te maken. De tijd heeft echter niet stilgestaan. De grote vooruitgang in de ontwikkeling van single-molecule-technieken maakt het nu veel beter mogelijk om op microscopisch niveau te kijken hoe een biologisch systeem in elkaar steekt.

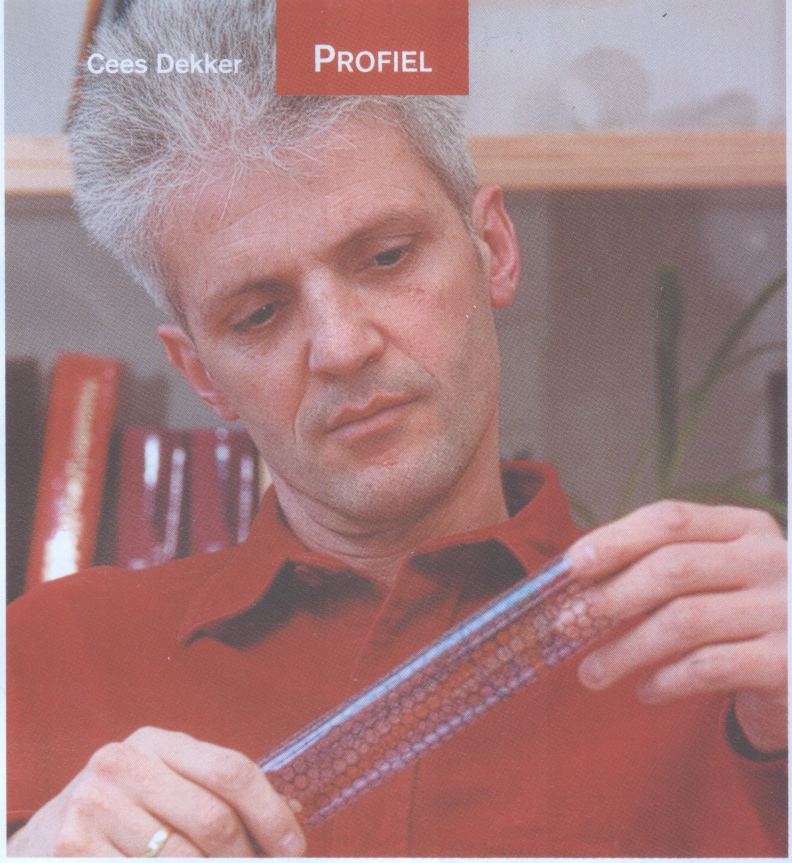
Wat hij als kind wou worden weet hij niet meer. Zeker geen hoogleraar natuurkunde. "Eind middelbare school wist ik pas dat ik natuurkunde ging studeren. Een blauwe maandag heb ik nog gedacht over psychologie, misschien zelfs theologie. Maar natuurkunde trok me toch duidelijk het meest."

Zijn ouders zijn econoom en psycholoog en hebben hem altijd helemaal vrijgelaten in zijn studiekeuze. Dezelfde vrijheid gaf hij ook zijn zoon die kort geleden een keuze moest maken voor een vakkenprofiel op de middelbare school.

verwachten. Ik denk dat het nog jaren gaat duren voor daar echte doorbraken plaatsvinden. Dat is één reden. Anderzijds staan de neurowetenschappen wel erg ver weg van de koolstofnanobuizen. Biofysica met enkele moleculen sluit veel meer bij aan bij wat ik al heb gedaan. Ik kan bijvoorbeeld met dezelfde technieken aan de slag. De keuze voor de moleculaire biofysica is daarom mede ook een pragmatische."

Hard voor 'losers'

Voor succesvolle wetenschappers lonkt geregeld een aantrekkelijk Amerikaans aanbod. Dekker heeft een transatlantische overstap echter nooit serieus overwogen. "De natuur is er geweldig, maar de sociale structuur daar is heel anders. Dat bevalt me minder. In Nederland kunnen de kinderen mooi met de buurkinderen spelen. Dat is toch anders als je buren honderd meter verderop wonen. Dan moet je je kinderen met de auto ergens heenbrengen. Het land is heel mooi voor succesvolle mensen, maar heel hard voor de niet-succesvollen. Daar heb ik wel kritiek op."



Piet Musters

Ook vindt hij de experimentele mogelijkheden in Nederland veel gunstiger dan in de VS. "Onze groep heeft een eigen technische staf. Dat heb je in de VS haast niet". Wel beschouwt hij het wetenschappelijke klimaat daar veel opener. "Nieuwe ideeën krijg je daar makkelijker van de grond dan in Europa. Ik denk dat Nederland wat die openheid betreft nog gunstig afsteekt tegen bijvoorbeeld Frankrijk en Duitsland."

Maar hij kan de contacten met de VS ook goed vanuit Nederland onderhouden. Bovendien zijn er voldoende conferenties aan de andere zijde van de oceaan om Amerikaanse collega's te ontmoeten. "Ik heb het in Nederland goed naar mijn zin. Natuurkunde is hier sterk ontwikkeld en de mogelijkheden zijn hier goed. Ik ben ook blij om te zien dat er nu een hele nieuwe generatie mensen in de biofysica opkomt."

Zijn wetenschappelijke loopbaan lijkt tot nu toe rozengeur en manenschijn. Waar zijn de kleine of grote frustraties en ergernissen? "Echt grote frustraties...Nee. Er zijn wel eens experimenten waarvan ik dacht dat ze zouden lukken, maar waar dan niks uitkomt. Goed, dat weet je dan. Frustraties vind ik dat niet. Het is wel eens lastig afhankelijk te zijn van anderen. Als iemand iets niet lukt, denk ik wel eens dat het zeker voor elkaar komt, als we het zus-en-zo doen. Je kunt echter niet alles in eigen hand nemen. Aan de andere kant is het ook weer heel mooi om met een team samen te werken. Je krijgt van meerdere kanten ideeën aangedragen."

God en eeuwigheid

In zijn intreerede uit oktober 2000 citeert hij de fysicus Erwin Schrödinger: "De wetenschap geeft een heleboel feitelijke informatie en zet onze ervaring in een prachtig consistent geordend perspectief, maar ze is ijzingwekkend stil over wat het hart echt raakt, wat echt belangrijk is voor ons. Het kan ons niets zeggen over rood en blauw, bitter en zoet, fysieke pijn en fysiek genot; het weet niets van pracht of lelijkheid, goed of slecht, God en eeuwigheid."

De vraag naar wat hem dan wél echt raakt, overvalt hem. "Wat raakt me dan wel echt, wat raakt me dan wel echt?...Ik vind het een prachtig citaat. Ik onderschrijf het gewoon...Ik kan me ook heel druk maken over mijn gezin of over muziek." Na een tijdje denken: "Vriendschap, Jezus, mijn geliefde vrouw en kinderen, lijden van mensen, de directheid van kinderen, muziek, spontaniteit. Dat zijn dingen die mij echt raken."

Waren fysici zoals Schrödinger aan het begin van de twintigste eeuw, toen de kwantummechanica en de relativiteitstheorie hun intrede deden, wellicht meer filosofisch ingesteld dan de huidige generatie? "Dat wil ik nuanceren", zegt Dekker. "Destijds waren er fysici die prachtig nieuw werk deden, maar nu ook. De nieuwe fysica van begin 20e eeuw leidde tot een verandering van ons wereldbeeld. Van een mechanisch, deterministisch wereldbeeld moesten we overstappen naar een wereld met Heisenbergs onzekerheidsrelatie: een fundamentele, onontkoombare onzekerheid. Nu werken we aan nanotechnologie en maken we opnieuw opwindende dingen mee. Vooral het raakvlak van nanotechnologie en biotechnologie kan tot grote veranderingen leiden met medisch-ethische consequenties. Misschien staan we opnieuw voor veranderingen van ons begrip van wat leven nu precies is."

Hij bestudeert nu celstructuren als een fysicus, op microscopisch niveau. Toch betwijfelt hij of we de hele levende en levenloze materie uiteindelijk kunnen begrijpen vanuit de kleinste deeltjes en de fundamentele krachten. "Reductionisme is een krachtig instrument om dingen te begrijpen. Ik denk echter niet dat je daarmee alles pakt. Het is een intrigerende vraag waarop ik geen finaal antwoord heb."

In het dankwoord van zijn oratie is hij duidelijker: "De verwondering over de ontzagwekkende nano-wereld van biomoleculaire systemen kan mij alleen maar brengen tot een diep ontzag voor de Schepper die dit alles uitgedacht en gemaakt heeft."

....vindt de wetenschappelijke onderbouwing van de evolutie als 'verklaring voor het ontstaan van leven en het ontstaan van biodiversiteit' zeer mager

Haaienlunch blijkt nieuwe soort

Anne Schulp
John Jagt
Natuurhistorisch Museum Maastricht

Drs Anne Schulp en **dr John Jagt** zijn beiden als paleontoloog verbonden aan het Natuurhistorisch Museum Maastricht en betrokken geweest bij de opgraving van 'Bèr'. Anne Schulp is tevens redacteur van Natuur & Techniek.

Nederland heeft er een nieuwe soort bij. De Maastrichtse mosasaurus, ontdekt in 1998, is namelijk geen 'huis-, tuin- en keukenmosasaurus'. Daarvoor heeft hij te grote kaken. Deze maand verscheen de wetenschappelijke beschrijving van het fossiele zeereptiel, waarvan het kadaver 66 miljoen jaar geleden door haaien werd opgegeten.

NHMM

Knaagsporen
Op de botten van Bèr zijn de krassen als gevolg van de haaienvraat nog duidelijk zichtbaar.

NHMM /Dan Varner

Haaienvoer
Het kadaver van Bèr is door haaien uiteengetrokken. Het ontbreken van een aantal botten is waarschijnlijk aan de grote *Squalicorax*-haaien te wijten. De kleinere *Plicatoscyllium*-haaitjes hebben later de botten kaal geknaagd.

De Maastrichtenaren kennen 'hun' mosasaurus inmiddels beter bij zijn bijnaam 'Bèr', een afkorting van Albèrt of Hubèrt. Ze konden de afgelopen drie jaar botje voor botje met Bèr kennismaken. Ondertussen rezen in het Natuurhistorisch Museum Maastricht de twijfels. Dachten we aanvankelijk nog dat Bèr een prachtexemplaar was van de 'gewone' Maastrichtse *Mosasaurus hoffmanni*, gaandeweg het prepareerwerk bleken we een nieuwe soort in huis te hebben. Eéntje met bijzonder zware kaken. Van zijn bijnaam komt hij niet meer af, maar sinds 7 maart heeft Bèr ook een officiële naam: *Prognathodon saturator*. Hij is nu in volle glorie te bewonderen in het museum.

Complete mosasaurusfossielen zijn zeldzaam in Maastricht. Losse tanden en verspreid liggende botten kom je wel eens tegen als je fossielen zoekt in de kalksteengroeve van ENCI (Eerste Nederlandse Cement Industrie) bij Maastricht. De laatste meer complete vondst van zo'n uitgestorven zeereptiel dateerde echter alweer van 1956. Wel kwamen van tijd tot tijd losse onderdelen naar boven. In de 18e eeuw, toen de kalksteen nog handmatig gedolven werd in de ondergrondse kalksteengroeven van de Sint-Pietersberg, maar ook tegenwoordig nu die handmatige ondergrondse blokkenwinning heeft plaatsgemaakt voor bulldozers en graafmachines bovengronds. Dat komt omdat het Natuurhistorisch Museum Maastricht en de Nederlandse Geologische Vereniging regelmatig gelegenheid krijgen de groeve af te speuren.

Het duurde even voordat de wérkelijke omvang van de vondst van 8 augustus 1998 duidelijk werd. Amateur-paleontoloog Rudi Dortangs, die goed bekend is met de anatomie van mosasaurussen, herkende de staartwervel die uit de groevewand stak direct. Bij het vrijleggen bleek er een tweede wervel aan vast te zitten. En nóg een. Meerdere botten die nog in anatomisch verband liggen zijn in Maastricht buitengewoon zeldzaam. Dortangs identificeerde de wervels als 'pygalen' (wervels die 'vooraan' in de staart, dus het dichtst bij de romp zitten). Omdat de bolle kant van de wervel (de achterkant) uit de wand stak, zou het goed kunnen dat de rest van het meterslange dier nog in de groeve vastzat. Na overleg met het management van ENCI werd de kalksteenwinning ter plaatse onmiddellijk stilgelegd, zodat een inderhaast geformeerd opgravingsteam aan de slag kon.

Limburgs Krijt

De Maastrichtse kalksteen staat in de volksmond bekend als mergel, maar die benaming is niet helemaal correct. Echte mergel bestaat niet alleen uit kalk maar bevat ook andere componenten, terwijl de gele Limburgse 'mergel' vrijwel geheel uit pure kalk ($CaCO_3$) bestaat. Deze kalksteen is gevormd op de bodem van een ondiepe tropische binnenzee die Limburg bedekte tegen het eind van het Krijt, zo'n 70 tot 65 miljoen jaar geleden. Onder de microscoop kunnen we zien dat de kalksteen in feite is opgebouwd uit de kalkskeletjes van ontelbare micro-organismen. Maar de kalksteen is niet alleen onder de microscoop interessant. Het zijn de veelvoorkomende macrofossielen, zoals zee-egels, inktvissen, schelpen en kora-

Opgraving
Het Natuurhistorisch Museum Maastricht legde samen met lokale amateur-paleontologen, de Vrije Universiteit Amsterdam en enkele buitenlandse experts de resten van Bèr bloot. Bèr stierf aan het eind van het Krijt, in het Maastrichtien, toen Limburg overspoeld werd door een ondiepe, tropische binnenzee.

len, die vele fossielenverzamelaars de steengroeven inlokken.

Steeds meer amateur-verzamelaars realiseren zich dat niet alleen de fossielen interessant zijn, maar dat juist het registreren van de laag waaruit het fossiel komt het verhaal compleet maakt. Het kalksteenpakket dat in de steengroeven blootligt ('ontsloten' zeggen geologen) is onderverdeeld in een serie 'members', lagen, die inmiddels vrij nauwkeurig gedateerd kunnen worden. Omdat we in het museum steeds meer beschikking krijgen over nauwkeurig verzamelde, goed geregistreerde fossielen, kunnen we allerlei patronen van evolutie, migratie en uitsterven van soorten in steeds meer detail volgen.

Bèr komt uit de top van de 'Kalksteen van Lanaye-member', een laag die we dankzij isotopenonderzoek van de Vrije Universiteit Amsterdam op iets meer dan 66 miljoen jaar dateren. Hubert Vonhof, verbonden aan de faculteit Aard- en Levenswetenschappen van de VU, heeft de afgelopen jaren in Limburg de resten van fossiele inktvissen verzameld. Hij zaagde die vervolgens door en bepaalde de aanwezigheid van de strontium-isotopen ^{87}Sr en ^{86}Sr. In zeewater schommelt de verhouding tussen deze isotopen. Sommige dieren nemen strontium uit het water in hun huisjes op en leggen zo de verhouding op dat moment vast. Op die manier vormen fossielen laag voor laag een archief van de isotopenverhouding in het zeewater. Door de in Maastricht gemeten waarden te vergelijken met afzettingen elders kon een aantal dateringen rondom Maastricht wat worden aangescherpt.

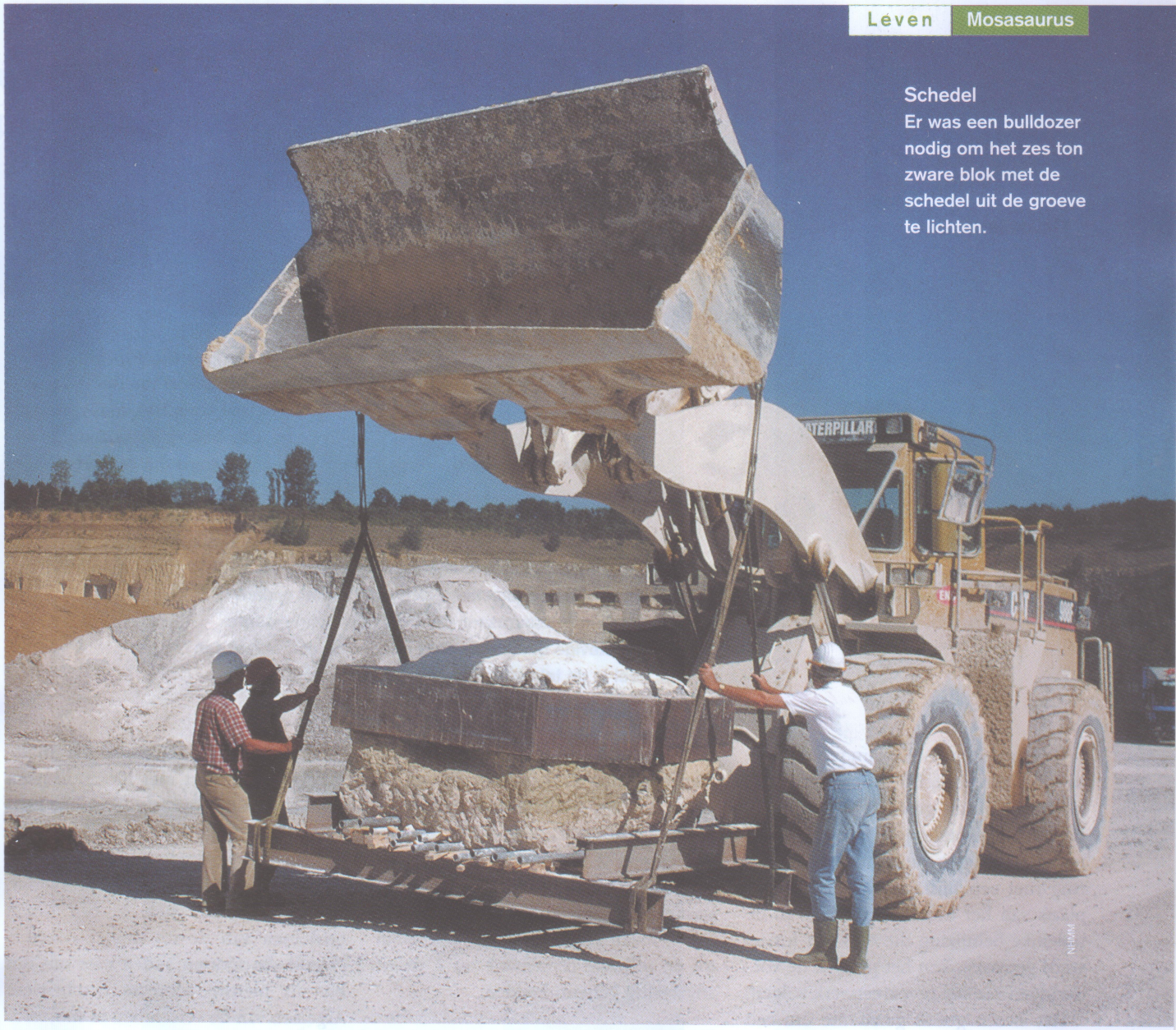
Zeereptiel

Bèr mocht dan op 'niveau 66' liggen, in november 1998 lag daar nog ruim drie meter kalksteen bovenop. De bovenste twee-en-een-halve meter kon een graafmachine verwijderen, de laatste halve meter groef het opgravingsteam voorzichtig met de hand af. Houweel, schep, hamer en beitel maakten op het niveau van het fossiel al snel plaats voor fijner gereedschap als oestermesjes, tandartsgereedschap en kwastjes.

Een proefopgraving bevestigde al snel het vermoeden dat er meer lag. Toen begin december 1998 ook de schedel ontdekt werd, was het duidelijk dat we hier met meer dan een paar losse resten te maken hadden. De 'vondst van de eeuw' werd onder een dikke laag zand bedekt, zodat hij de winter zonder vorstschade kon doorkomen. In het voorjaar van 1999 hervatten we de opgraving.

Mosasaurussen worden ten onrechte vaak met dinosaurussen verward. Na 250 jaar intensief verzamelen zijn welgeteld 23 kleine stukjes van dinosaurussen uit het Krijt ontdekt in Nederlands en Belgisch Limburg. Met het vasteland enige tientallen kilometers naar het zuidoosten is het op zich al bijzonder dat we in Maastricht nog wat terugvinden van landdieren als dinosaurussen. Mosasaurussen waren echter zeereptielen, en daarvan hebben we hier een veel beter beeld. Behalve mosasaurussen kennen we uit Maastricht ook zeeschildpadden, de langnekkige plesiosaurussen en zeekrokodillen.

Een vlugge blik op de stamboom van de reptielen leert dat mosasaurussen weinig met dinosaurussen te maken hebben, maar veel dichter bij de slangen en hagedissen staan. Eén van de overeenkomsten met bijvoorbeeld de wurgslang *Boa constrictor* is een extra setje kaken achter in hun bek. Het 'pterygoïd', twee botten in het verhemelte, is bij mosasaurussen en boa's voorzien van twee extra rijen weerhaak-tanden. Het pterygoïd kan onafhankelijk van de bovenkaak bewegen, wat erg makkelijk is bij het naar binnen werken van grote



Schedel
Er was een bulldozer nodig om het zes ton zware blok met de schedel uit de groeve te lichten.

of tegenstribbelende prooien. De flexibele opbouw van de onderkaak en de beweeglijkheid daarvan is een eigenschap die we ook bij varanen en slangen tegenkomen.

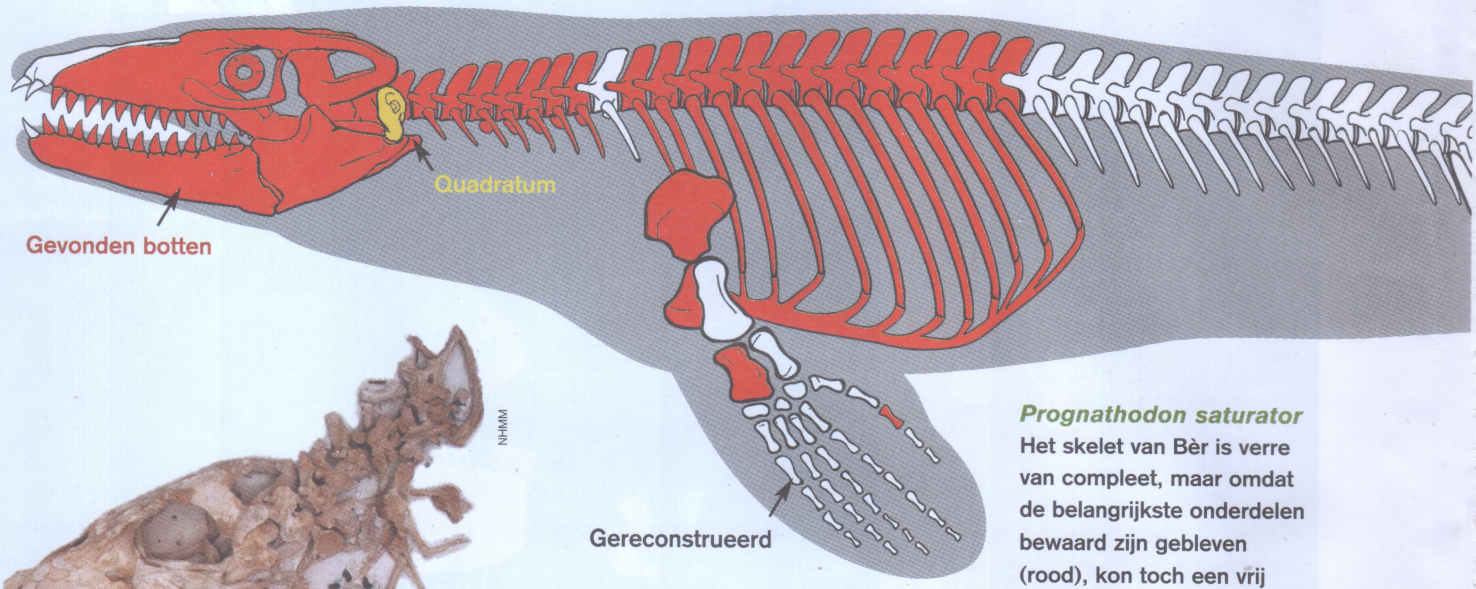
Net als de dinosaurussen op het land hebben ook de mosasaurussen de meteorietinslag aan het eind van het Krijt niet overleefd. Tot die inslag echter bekleedden de mosasaurussen een comfortabele toppositie in de voedselpiramide van de Krijtzee. Een blik op de tanden verraadt al veel over de eetgewoonten van de eigenaar, maar vooral de fossiele maaginhoud kan als een gedetailleerde menukaart dienen. Helaas zijn voorbeelden van fossiele maaginhoud niet uit de omgeving van Maastricht bekend, maar uit de Verenigde Staten kennen we daar meerdere voorbeelden van die een prima beeld kunnen geven van de eetgewoonten van Bèr.

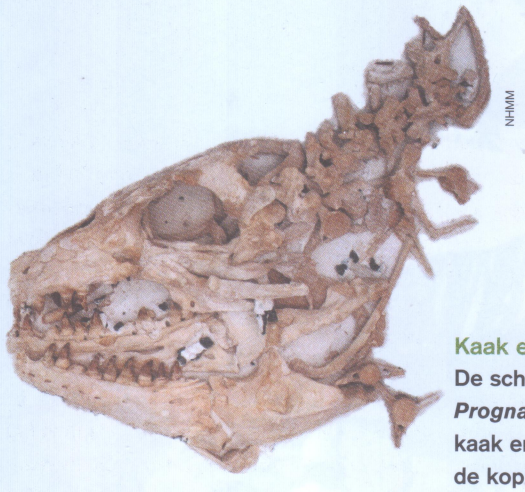
Kieskeurig waren de grote mosasaurussen niet. Vissen, haaien, inktvissen, vogels, schildpadden, krokodillen en zelfs kleinere soortgenoten zullen Bèr's kaken zijn gepasseerd. Pas na het uitsterven van de mosasaurussen hebben de haaien de ecologische positie van top-predator overgenomen. De grootste haaien uit het Maastrichtse Krijt kwamen niet ver boven de drie meter.

Nieuwe soort

Het skelet van Bèr lag behoorlijk door elkaar, dat werd tijdens de opgraving in het voorjaar van 1999 steeds duidelijker. Het schouderblad lag acht meter van de schedel verwijderd, de flippers en grote delen van de staart ontbraken, en de rug lag in een vreemde hoek van de nek weggedraaid. Eenmaal op de zeebodem was het kadaver van Bèr door aaseters uit elkaar getrokken. Dat vermoeden werd versterkt door de vondst van tanden van de haaien *Squalicorax* en *Plicatoscyllium*.

Haaien wisselen hun tanden voortdurend; bij het eten vallen regelmatig oude tanden uit. De grote *Squalicorax*-haaien hebben waarschijnlijk eerst het kadaver aangevreten en uitééngerukt; de veel kleinere *Plicatoscyllium*-haaitjes maakten daarna het karwei af. De krassen van de haaientanden zijn in ieder geval op verschillende plaatsen op het skelet van Bèr nog duidelijk zichtbaar.





Prognathodon saturator
Het skelet van Bèr is verre van compleet, maar omdat de belangrijkste onderdelen bewaard zijn gebleven (rood), kon toch een vrij nauwkeurige reconstructie worden gemaakt.

Kaak en quadratum bewijzen: nieuwe soort
De schedel van Bèr onderscheidt zich van die van andere *Prognathodon*-mosasaurussen door de zwaar uitgevoerde kaak en het stevige quadratum (het bot aan de achterkant van de kop; geel in de tekening en al verwijderd op de foto).

De schedel van Bèr kwam pas in 2000 naar het museum. Dit deel van het skelet werd in één groot blok geborgen. Uiteindelijk konden we het geheel pas na het aanleggen van een extra fundering met een hijskraan op de binnenplaats van het museum plaatsen. In de tijdelijke behuizing die over het fossiel werd geplaatst, kon het publiek de vorderingen van het prepareerwerk volgen.

Het is een goede gewoonte om een fossiel tijdens de opgraving zo min mogelijk bloot te leggen. De beste bescherming vormt immers de kalksteen die het fossiel al miljoenen jaren bedekte. Pas in de rust van het prepareerlab, met alle faciliteiten voorhanden, werd ook de laatste laag gesteente verwijderd. Gedurende het prepareren viel al op dat de kaak ongebruikelijk zwaar en gekromd was. Toen ook het 'quadratum', een voor iedere mosasaurussoort typisch bot uit de achterkant van de schedel, afweek, was het duidelijk dat we hier niet met de reeds bekende *Mosasaurus hoffmanni* te maken hadden.

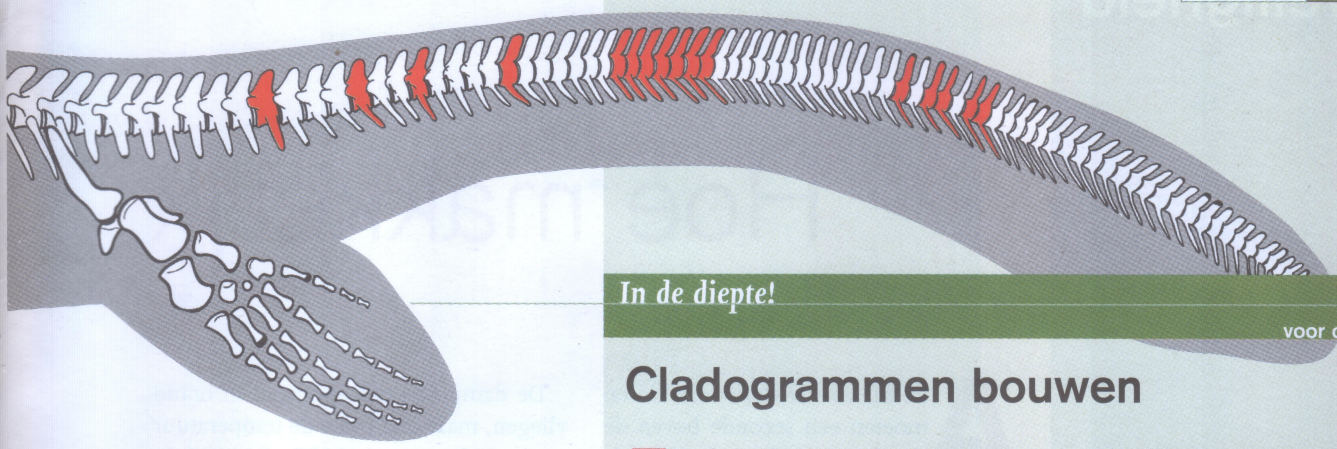
Maar om welke soort gaat het dan wel? Deze maand verscheen de wetenschappelijke beschrijving van Bèr in het *Netherlands Journal of Geosciences*. Wie een nieuwe soort ontdekt, mag – mits voorzien van een duidelijke beschrijving – de nieuwe soort een naam geven. Daarbij dienen de regels van de ICZN, de internationale commissie voor de zoologische nomenclatuur, strikt te worden opgevolgd. Eén van die regels stelt dat de eerste publicatie waarin de naam staat als 'officiële beschrijving' kan gelden – reden waarom we de soortnaam tot de officiële presentatie op 7 maart angstvallig geheim hielden.

Stamboom

In de beschrijving van Bèr gebruiken we een techniek die *cladistische analyse* heet. Een dergelijke analyse levert een cladogram op: een grafische weergave van verwantschappen, gebasseerd op een statistische analyse van de verschillen en overeenkomsten tussen verschillende soorten. Soorten die veel onderlinge overeenkomsten vertonen, zullen in de 'boom' dicht bij elkaar staan; soorten die weinig met elkaar van doen hebben, komen op verschillende takken terecht. We hebben een bestaande analyse van Noord-Amerikaanse mosasaurussen gebruikt, waarin we ook de gegevens van Bèr en een mosasauriër uit de collecties van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen hebben opgenomen. We onderzochten de twee mosasaurussen op in totaal 142 punten.

Uit de analyse bleek dat Bèr in de stamboom clustert met mosasaurussen van het genus *Prognathodon*. Typische kenmerken van *Prognathodon* zijn onder meer de stevige, gekromde onderkaak en de relatief grote tanden in het pterygoïd. Bèr onderscheidt zich in een aantal opzichten van de tot dusver bekende *Prognathodon*-soorten, reden voor ons om Bèr als nieuwe soort te beschrijven. Afgezien van de verschillen in morfologie zijn ook de afmetingen van Bèr vrij ongewoon voor *Prognathodon*. Met een kaaklengte van 1,43 meter is Bèr's schedel een stuk groter dan die van *Prognathodon giganteus*. We beschikken helaas niet over het complete skelet van Bèr. Eerder gepubliceerde schattingen over de verhouding tussen kop- en lichaamslengte variëren van 10% tot 14%. Langer dan veertien meter zal Bèr dus niet geweest zijn. Onze Amerikaanse collega Mike Everhart suggereerde begin februari aan de hand van enkele metingen aan nieuwe, nauwverwante Amerikaanse mosasaurussen een lengte van elf à twaalf meter. Daarmee is Bèr weliswaar niet de langste mosasaurus ooit gevonden, maar wel één van de meest zwaargebouwde.

Bèr gaat vanaf 7 maart onder de naam *Prognathodon saturator* door het leven.



Prognathodon, de genus-naam, heeft betrekking op de vooruitstekende tanden van deze groep mosasaurussen; *saturator*, wat zoiets betekent als 'hij-die-voldoening-geeft', heeft een dubbele betekenis. Allereerst natuurlijk de voldoening van Rudi Dortangs, de vinder, maar de naam heeft ook betrekking op de voldoening die het karkas aan de Maastrichtse haaien schonk. *Prognathodon saturator*, het is een hele mond vol. Maastricht houdt het waarschijnlijk tot in lengte van dagen op Bèr.

Informatie

Internet
Natuurhistorisch Museum Maastricht
www.nhmmaastricht.nl

Datering met strontiumisotopen
www.geo.vu.nl/dateren

Amerikaans onderzoek
www.oceansofkansas.com

Literatuur
Prognathodon saturator – a large new mosasaur from the Upper Cretaceous of The Netherlands. Netherlands Journal of Geosciences; vol. 81.

Reportage, Natuur & Techniek, maart 2002 pag 86-89.

Maastrichtien, Natuur & Techniek, oktober 1999: pag 78-85.

In de diepte!

voor de liefhebber

Cladogrammen bouwen

Een cladogram is een hypothese over de onderlinge verwantschappen tussen soorten, grafisch weergegeven als een stamboom. Uitgangspunt bij het bouwen van zo'n stamboom is dat de meest eenvoudige oplossing de meest waarschijnlijke is. Als twee soorten een eigenschap met elkaar gemeen hebben, dan is het waarschijnlijker dat hun gemeenschappelijke voorouder die ook al had, dan dat die eigenschap in een later stadium op twee plaatsen in de stamboom onafhankelijk van elkaar is ontstaan.

Het ideale cladogram bevat dus zo min mogelijk evolutionaire 'stappen'. Hiernaast staan als voorbeeld twee hypothesen over de verwantschappen tussen verschillende groepen gewervelde dieren. In hypothese A ontstaat het 'amnion' (het membraan dat de eieren voor uitdrogen behoedt) op drie plaatsen onafhankelijk van elkaar in de stamboom. Een weinig waarschijnlijk scenario. Hypothese B ziet er stukken beter uit. Hier is nog maar één stap nodig. Op vergelijkbare wijze kunnen we voor andere eigenschappen, zoals bijvoorbeeld warmbloedigheid of de aanwezigheid van een bepaald botje, de verschillende hypothesen testen.

Een klein cladogram waarin betrekkelijk weinig eigenschappen meedoen, is eenvoudig uit het hoofd door te rekenen, maar het aantal mogelijke cladogrammen en het daarbij benodigde rekenwerk stijgt explosief bij het toevoegen van meer soorten en eigenschappen. Zelfs computerprogramma's moeten op een bepaald moment kiezen voor optimalisatie-algoritmen in plaats van alle mogelijke combinaties boom voor boom door te lopen.

Het is verhelderend om zelf eens te experimenteren met cladogrammen: op de website http://phylogeny.arizona.edu/macclade/macclade.html is een tryout-versie van het softwarepakket Macclade gratis te downloaden (alleen voor de Mac). Ook de data van de bovengenoemde voorbeeldstamboom staan er in. Het alternatieve programma PHYLIP werkt op zowel Mac als pc; samen met een uitgebreide lijst met andere analysesoftware is het te vinden op http://evolution.genetics.washington.edu/phylip/software.html. Alle achtergronden bij het bouwen van cladogrammen staan in het boek 'The Compleat Cladist', dat momenteel *out-of-print* is en daarom gratis als pdf te downloaden is van http://www.nhm.ukans.edu/cc.html.

Verwantschap

In de eerste stamboom is het amnion (het membraan dat eieren voor uitdrogen behoedt) op drie verschillende plaatsen ontstaan. De tweede stamboom plaatst dieren met dit membraan bijelkaar en is dus waarschijnlijker.

Hoe makkelijk

De Stichting Weten - organisator van onder andere de wetenschapsweek – koos als jaarthema voor 2002 veiligheid. *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* besteedt daarom elke maand extra aandacht aan dit onderwerp. Deze keer het brandgevaar van kleding.

Alle nieuwe Nederlandse kleren moeten een seconde boven de vlam om te kijken of ze brandveilig zijn. Zo besliste minister Els Borst naar aanleiding van krantenverhalen over gevaarlijke kleren. Maar zo snel branden kleren niet. Het risico dat je op een dag door je eigen brandende kleren om het leven komt, is heel klein. Die kans is gemiddeld ongeveer een op de miljard, grofweg dezelfde kans dat je een fatale treinbotsing meemaakt als je tien kilometer in de trein zit.

Kranten schreven echter dat nieuwe modieuze kunststofjassen de gevolgen van de brand in Volendam hadden verergerd. Velen delen sindsdien de zorg om de brandveiligheid van kleren. Zo stelden modewinkels voor om in het vervolg een etiket en brandvertragende stoffen voor kleding verplicht te stellen.

"Het krantenverhaal klopt niet", zegt Anton Kaasjager van TNO Textiel. "De jongeren in Volendam hadden geen 'verkeerde' kleren aan, ze hadden te weinig kleren aan." In zijn advies voor wetgeving, dat minister Borst volledig uitvoert, veegt Kaasjager het etiket en de verplichte brandvertragers daarom van tafel. "Kleren hoeven mensen ook niet tegen vuur te beschermen. Voldoende is dat kleren straks aan een minimumeis voldoen: ze mogen niet sneller branden dan een krant. Die eis geldt overigens in de Verenigde Staten al jaren."

Spontane ontbranding

Elk textiel brandt bij een temperatuur boven de grofweg 300°C. Dan ontleden namelijk de polymeren (lange moleculketens) in het binnenste van de vezels. Uit het textiel ontvliedt dan een damp, die ontbrandt in aanwezigheid van een vlam en voldoende zuurstof. Als de damp eenmaal brandt, komt daarbij nieuwe warmte vrij, waardoor de vezel weer sneller ontleedt.

De damp kan ook spontaan in brand vliegen, maar dan moet de temperatuur verder oplopen tot 400°C of 500°C. In principe kan een stuk textiel bij een kachel of onder de strijkbout dus wel degelijk in brand vliegen zonder 'open vuur' in de buurt. De temperaturen waarbij vezels ontleden en waarbij hun damp spontaan ontbrandt, verschillen. Polyacryl, een stof die soms in ondergoed zit, vliegt het snelst in brand bij ontsteking, maar heeft relatief hoge temperaturen nodig om spontaan te ontbranden. Katoen ontbrandt weer het snelste op eigen houtje.

"Natuurlijke vezels zijn niet veiliger dan kunstmatige", zegt Kaasjager. Een bewijs daarvoor is ook de schade die brand in de natuur kan aanrichten. De plantenwereld heeft zich tijdens de evolutie nooit leren bewapenen tegen de directe gevolgen van brand. "Cellulose – een natuurlijk polymeer van glucose – ontvlamt relatief snel. Zuiver polyester daarentegen heel moeilijk." Dit komt doordat polyester eerder smelt dan brandt. Het smeltpunt van polyester (250°C) ligt namelijk fors onder de temperatuur waarbij het ontleedt (390°C). Als polyestervezels bij aanraking met vuur toch gaan branden, doven ze zichzelf uit, doordat ze bij de vlam vandaan smelten.

Dat smelten is echter ook niet zonder gevaar. "Een smeltende druppel polyester op de huid richt ongeveer twee keer zoveel schade aan als een druppel kokend water. Maar doordat polyester bij de vlam vandaan smelt, wordt maar een klein deel van de huid beschadigd. Gevaarlijker is de combinatie van polyester en katoen: het katoen houdt het polyester namelijk op zijn plaats."

Ook de weeftechniek heeft effect op de brandbaarheid. Een eenvoudige vuistregel is dat textiel minder ontvlambaar is, naarmate het zwaarder weegt.

brandt onze kleding?

	Verbrandings warmte (kJ/g)	Kritische pyrolyse-tempertuur (°C)	Zelfont-brandings-temperatuur (°C)	Maximale vlam-temperatuur (°C)
Katoen	16,3	350	400	860
Wol	20,5	325	590	680
Polyamide	33,1	390	510	875
Polyester	23,9	390	508	700
Polyacryl	31,8	250	515	850
Polypropeen	46,5	375	495	840

Als vezels dicht op elkaar zitten, komt de brandbare damp namelijk minder makkelijk in aanraking met zuurstof. Kaasjager: "Textiel dat per vierkante meter zwaarder weegt dan honderd gram beschouwen we als brandveilig."

Brandvertragers

Gegeven de maatschappelijke onrust, zou je met brandvertragende stoffen kleren veiliger kunnen maken. Textiel in pakken voor brandweermannen en autocoureurs, gordijnen, meubels, bedlinnen en matrasovertrekken bevat zulke stoffen al. Zouten, pvc, fosfor of stikstof kunnen de 'lawine' van ontleden en branden inderdaad afremmen. "Sinds de 18e eeuw zijn kledingmakers al met zulke stoffen bezig", vertelt Kaasjager. "In die tijd was er immers relatief veel open vuur in de steden. Toch bestaat er nog steeds geen goedkope brandvertrager die kledingstoffen soepel houdt en zich niet uit de stof laat wassen."

Elke brandvertrager werkt op zijn eigen manier. Sommige brandvertragers worden bij warmte chemisch omgezet en onttrekken daarbij warmte aan de omgeving. Andere verdampen, terwijl ze zelf niet brandbaar zijn: ze verdunnen zo de damp van de textielvezel, die daardoor minder goed brandt. Weer andere smelten en vormen een ondoordringbare laag die het textiel scheidt van de lucht. Ook zijn er brandvertragers die net als de vezel bij warmte ontleden. De damp die zo ontstaat, reageert sneller met de damp van de vezel dan zuurstof.

"Volgens ons zijn die brandvertragers er alleen voor speciale kleding", oordeelt Kaasjager. "Als we ze verplicht stellen voor consumentenkleding, dan creëren we een joekel van een milieuprobleem, alleen al door de energie die nodig is om brandvertragers op kleding aan te brengen." Wil je het goed doen, dan moet al snel een tiende van het textiel uit brandvertragers bestaan. Stoffen zijn dan niet meer soepel. De noodzaak van dat hoge percentage lijkt inherent aan de 'natuur van warmte'. Warmteverschijnselen komen namelijk voort uit het gebots en getril van miljarden moleculen. Dat bestrijden vraagt ook om grote hoeveelheden brandvertragende moleculen.

"Als Nederland als enige land brandvertragers verplicht stelt, worden kledingsstukken hier twee tot drie keer zo duur als elders", waarschuwt Kaasjager. "Het is daarom het beste gewoon de Amerikaanse norm te hanteren. De internationale kledingmarkt is daar al helemaal op aangepast."

Henk Klomp

Informatie

Overzicht brandeigenschappen van textiel onder 'brandgevaar textiel' op

http://www.brandgevaar.nl/

Scheurtjes in het Standaardmodel

Áls het verschil standhoudt, dan kan dat een glimp betekenen van een fundamenteel nieuwe natuurkunde. Precisiemetingen aan de magnetische sterkte van het muon, een elementair deeltje, wijken twee tienduizendste procent af van de voorspelling door het Standaardmodel, dat de elementaire deeltjes beschrijft. Het verschil lijkt klein, maar het verontrust fysici wel. Een zoektocht naar de grenzen van de gevestigde fundamentele fysica.

Gerco Onderwater, Max Baak, Claud Biemans

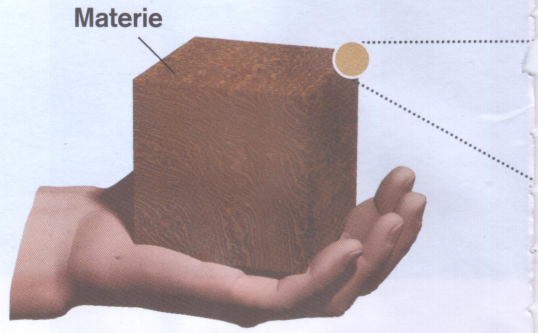
Gerco Onderwater (1970) studeerde technische natuurkunde aan de UT in Enschede. Na zijn promotie aan de VU in Amsterdam werkte hij aan de University of Illinois in Urbana-Champaign (VS) als postdoc en visiting research assistant professor aan een aantal muon-experimenten.

Max Baak (1978) studeerde eind vorig jaar af in de natuurkunde aan de VU in Amsterdam. Als student liep hij stage bij het muon-(g-2)-experiment in Brookhaven (VS). Nu werkt hij in San Francisco voor zijn promotieonderzoek aan het BaBar-experiment voor de VU en de University of California in San Diego.

Claud Biemans (1962) studeerde fysische chemie aan de UvA. Van 1995 tot 2000 was ze eindredacteur van het Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde. Nu werkt ze als wetenschapsredacteur voor haar eigen bedrijf Frontlinie Communicatie.

Met dank aan het (g-2)-samenwerkingsverband, met name de Nederlandse deelnemers: **Frank Krienen** en **Adrian Disco** (beiden gepensioneerd), **Charles Timmermans** (onderzoeker aan de KUN), **Ernst Sichtermann** (onderzoeksmedewerker aan de Universiteit van Yale, VS) en **Klaus Jungmann** (hoogleraar aan de RUG en projectleider van het TRIMP-project van het KVI)

Opbouw van alle materie



Standaardmodel van deeltjes en krachten

	LEPTONEN
Eerste familie	**Elektron** Verantwoordelijk voor elektriciteit en chemische reacties. Lading: –1
Tweede familie	**Muon** Zwaarder familielid van elektron. Heeft een levensduur van tweemiljoenste seconde.
Derde familie	**Tau** Nog zwaarder. Enorm onstabiel. In 1975 ontdekt.

Gluonen

Dragers van de sterke kracht tussen quarks. Het explosieve vrijkomen van kernenergie is het gevolg van de sterke kracht.

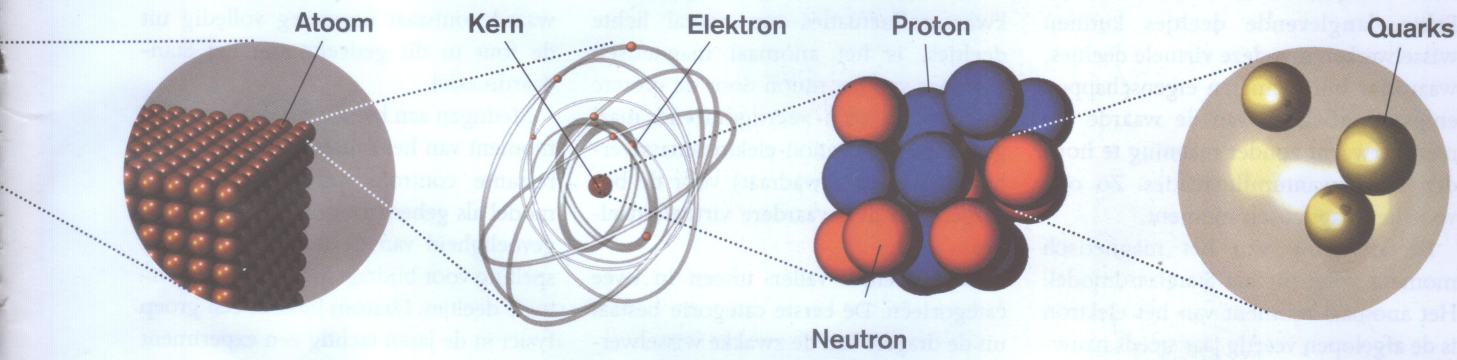
Meer dan dertig jaar al heeft het huidige model van de elementaire deeltjes en hun wisselwerkingen, het Standaardmodel, met succes elke experimentele test uit de hoge-energiefysica doorstaan. De overeenkomst tussen experiment en theorie is verbluffend. Om de geldigheid van het Standaardmodel tot het uiterste te testen bestudeert het muon-(g-2)-samenwerkingsverband van Brookhaven National Laboratory (BNL, vlakbij New York), bestaande uit instituten uit de VS, Rusland, Duitsland en Japan, al sinds 1997 het gedrag van zogenaamde muonen in een magneetveld.

Het muon is familie van het elektron. Zo hebben beide deeltjes dezelfde lading en dezelfde spin, een soort draaiende beweging om hun as. Het enige echte verschil is de massa. Het muon is veel zwaarder dan zijn broertje, zo'n tweehonderd maal. De verschillen in eigenschappen ontstaan allemaal door dit massaverschil. Zo kunnen we beide deeltjes opvatten als kleine staafmagneetjes – ze hebben een magnetisch moment – waarvan de as parallel ligt aan de spin-as. De massa bepaalt de grootte van het magnetisch moment.

Kwantumfluctuaties

Het magnetisch moment van een elektron of muon wijkt net een beetje af van de in eerste instantie verwachte waarde, zelfs als je de massa kent. Deze afwijking heet het anomaal magnetisch moment en ontstaat door zogenaamde kwantumfluctuaties.

Op heel korte tijdschalen kan een deeltje een interactie aangaan met zichzelf of met paren van kortlevende deel-



	QUARKS		Materiedeeltjes
Elektronneutrino Zonder lading en mogelijk ook massa. Per seconde doorkruisen miljarden ervan je lichaam.	**Up** Elektrische lading +2/3. Protonen bevatten er twee; neutronen één.	**Down** Elektrische lading –1/3. Protonen bevatten er één; neutronen twee	Alle gewone deeltjes behoren tot deze groep
Muonneutrino Ontstaat bij het verval van sommige deeltjes gelijktijdig met het muon.	**Charm** Zwaarder familielid van de upquark, ontdekt in 1974.	**Strange** Zwaarder familielid van de downquark, ontdekt in 1964.	Deze deeltjes kwamen vlak na de Oerknal voor. Nu vinden we ze alleen nog in kosmische straling en in deeltjesversnellers.
Tau-neutrino Ontdekt in 2000.	**Top** Zwaarste quark, in 1994 ontdekt. Belangrijke test van elektrozwakke theorie.	**Bottom** Nog zwaarder. Ontdekt in 1977.	

Fotonen	Intermediate vectorbosonen	Gravitonen	Krachtvoerende deeltjes
Deeltjes die elektromagnetische straling vormen. Ze dragen de elektromagnetische kracht. Elektriciteit, magnetisme en chemie zijn het gevolg.	Dragers van de zwakke kracht. Sommige vormen van radioactiviteit zijn het gevolg van de zwakke kracht.	Dragers van de zwaartekracht. Alle gewicht dat we waarnemen is het gevolg van de zwaartekracht.	Deze deeltjes dragen de vier fundamentele natuurkrachten. Gravitonen zijn nog niet ontdekt.

N&T (Bron: CERN)

tjes en antideeltjes die uit het niets ontstaan en weer verdwijnen (virtuele deeltjes). Van dit effect merken we in het alledaagse leven niets, maar in de kwantumwereld speelt het wel degelijk een rol. Het leidt tot de kwantumfluctuaties.

Virtuele deeltjes ontstaan in alle soorten en maten: bijvoorbeeld een foton, een elektron met een positron (een positief geladen elektron), of een quark en een anti-quark. Hoe zwaarder de virtuele deeltjes, des te korter ze leven. Echte, langlevende deeltjes kunnen wisselwerken met deze virtuele deeltjes, waardoor hun gemeten eigenschappen enigszins afwijken van de waarde die men verwacht zonder rekening te houden met kwantumfluctuaties. Zo ook voor het magnetisch moment.

De afwijking van het magnetisch moment volgt uit het Standaardmodel. Het anomaal moment van het elektron is de afgelopen veertig jaar steeds nauwkeuriger gemeten. De gemeten waarde stemt met een precisie van enkele delen op een miljard overeen met de theoretische beschrijving. Het anomaal magnetisch moment van het elektron is daarmee één van de best begrepen fenomenen in de natuurkunde.

De theoretische waarde voor het anomaal moment van het muon kennen we 'slechts' met een relatieve nauwkeurigheid van ongeveer een halfmiljoenste. Desondanks kunnen we door vergelijking met de experimentele waarde nog het nodige leren over het Standaardmodel.

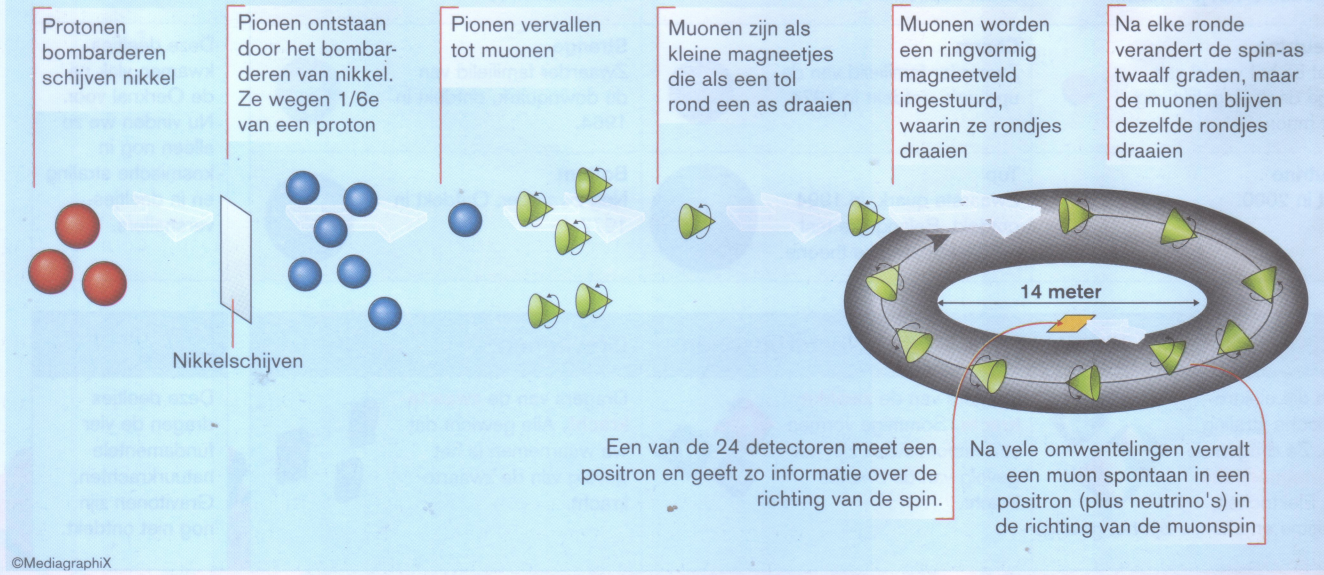
Waar het elektron gevoelig is voor kwantumfluctuaties van vooral lichte deeltjes, is het anomaal magnetisch moment van het muon door de grotere muonmassa zo'n veertigduizend maal gevoeliger (de muon-elektronmassaverhouding in het kwadraat) voor de bijdragen van de zwaardere virtuele deeltjes.

Deze deeltjes vallen uiteen in twee categorieën. De eerste categorie bestaat uit de dragers van de zwakke wisselwerking: de Z- en W-vectorbosonen. Ze brengen de kracht over en heten ook wel krachtdeeltjes. Hun bijdrage aan het anomaal magnetisch moment is klein, maar kan precies worden berekend, met dank aan het werk van de Nederlandse Nobelprijswinnaars Veltman en 't Hooft.

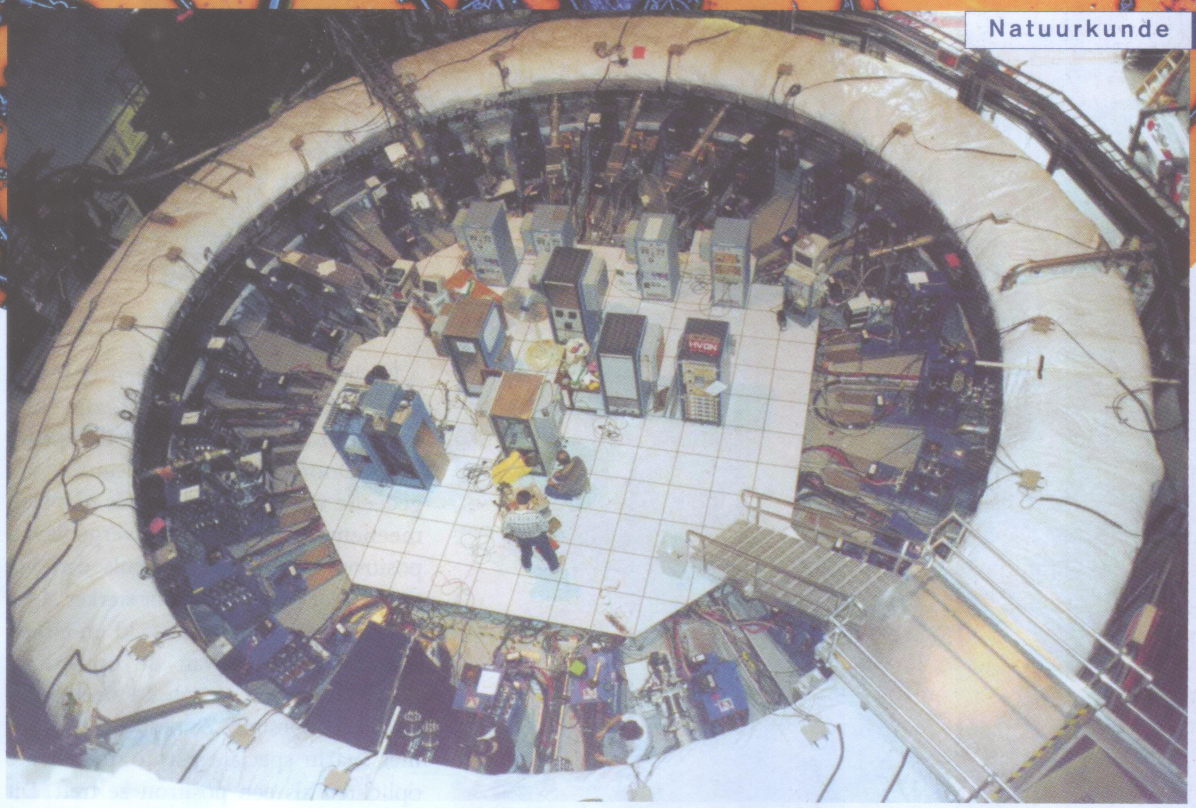
De tweede categorie zijn paren van zwaardere, uit quarks samengestelde deeltjes en antideeltjes: hadronen. De bijdrage van deze deeltjes, de 'hadronische' term, is moeilijk te berekenen. Er komen meetgegevens van andere experimenten aan te pas om hem te bepalen. De onzekerheid in de voorspelde waarde ontstaat nagenoeg volledig uit de fout in dit gedeelte van het Standaardmodel.

Metingen aan het anomaal magnetisch moment van het muon maken een interessante controle van het Standaardmodel als geheel mogelijk, juist door de gevoeligheid van de theoretische voorspelling voor bijdragen van de zware virtuele deeltjes. Daarom besloot een groep fysici in de jaren tachtig een experiment op te zetten aan het Brookhaven National Laboratory. Dit kan de bijdrage van de Z- en W-bosonen onomstotelijk aantonen en bovendien speculatieve theorieën met

Muonen-experiment



©MediagraphiX



onbekende bijdragen aan het magnetisch muonmoment testen.

Vacuüm opslagring

In een notendop werkt het muon-experiment als volgt. Eerst worden er iedere 2,5 seconde zes of twaalf pakketjes protonen met tussenpozen van 33 milliseconde tegen een stapel nikkelschijven geschoten. Bij de botsing ontstaan talloze pionen, waarvan een fractie wordt verzameld en door een honderd meter lange pijp geleid. Tijdens het transport vervalt ongeveer de helft van de pionen tot muonen.

De muonen ontstaan gepolariseerd: de richting van de spin-as wijst in de voortbewegingsrichting. Vlak voordat de muonen de opslagring bereiken, worden de overgebleven pionen en muonen met een te lage impuls (massa maal snelheid) uit de bundel verwijderd. Er blijven zo'n vijftigduizend muonen per protonenpakketje over, die in de vacuüm-gezogen opslagring worden geïnjecteerd.

In de opslagring treffen de muonen een magneetveld dat loodrecht staat op hun bewegingsrichting. De Lorentzkracht, die werkt op een geladen deeltje dat beweegt in een magneetveld, zorgt ervoor dat de muonen in een cirkelvormige baan bewegen. Zo blijven ze in de ring, die een diameter heeft van ruim veertien meter. Het magneetveld in de ring wordt opgewekt met de grootste supergeleidende magneet ter wereld, bestaande uit met vloeibaar helium gekoelde spoelen rondom de vacuümkamer.

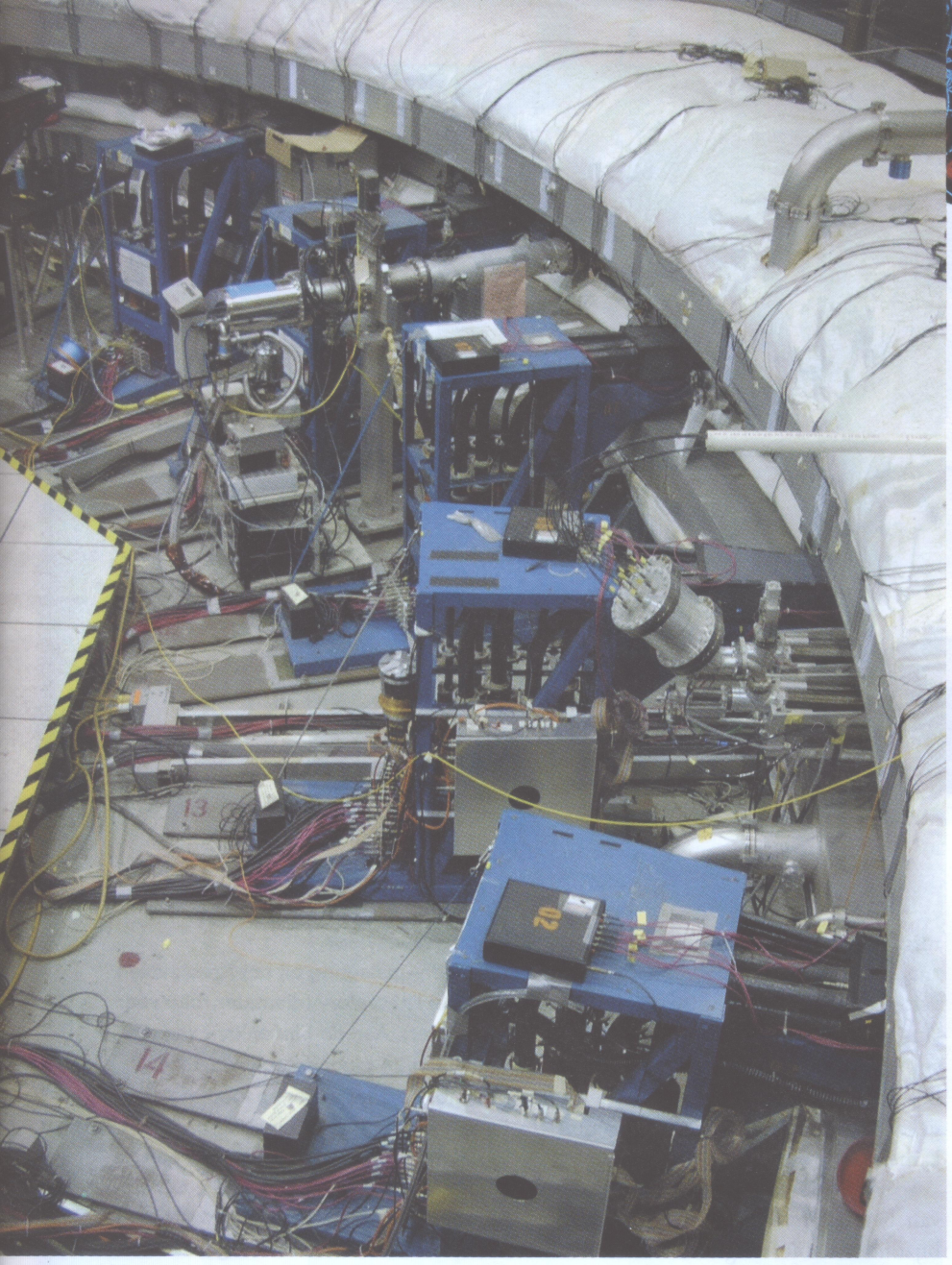
Voorwaarde voor het precies bepalen van het anomaal muonmoment is een bijzonder stabiel magneetveld. De veldsterkte is ongeveer 1,45 tesla – meer dan tienduizend maal het aardmagneetveld – en is zeer stabiel: de variaties bedragen minder dan één miljoenste tesla. Daarnaast is het magneetveld homogeen over de diameter van de vacuümkamer tot enkele delen op een miljoen. Voor zo'n grote ring is dat een technisch unicum.

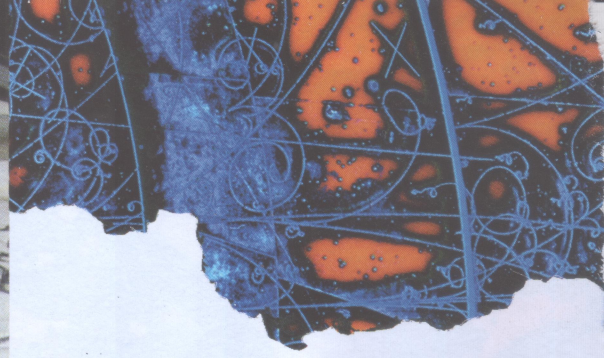
Fysici hebben er alles aan gedaan om de stabiliteit en homogeniteit zeer nauwkeurig te regelen. Het magneetveld wordt continu gemeten en aangepast. Dit gebeurt aan de hand van zo'n 360 Nucleair-Magnetische Resonantie (NMR) testpunten, die op de opslagring rondom de bundel zijn geplaatst. Ook wordt elke paar dagen een rolwagentje met zeventien NMR-testpunten door de opslagring getrokken om extra veldmetingen uit te voeren. Dit gebeurt in vacuüm, een nog nooit eerder vertoonde techniek.

De muonen cirkelen nu in de opslagring met 99,94 procent van de lichtsnelheid. Een rondgang door de ring duurt slechts 149 nanoseconde (een nanoseconde is een miljardste seconde). Dit gaat zo door tot het muon op zijn beurt vervalt. Door de relativistische snelheid wordt de levensduur van het muon – in stilstand gemiddeld 2,2 microseconde – voor waarnemers in het laboratorium opgerekt tot 64,4 microseconden, zoals voorspeld door Einsteins relativiteitstheorie.

Muonendansvloer

De muon-opslagring bij het Brookhaven National Laboratory (diameter ruim veertien meter). Aan de binnenkant van de ring staan 24 muondetectoren. Elke detector bestaat uit lagen lood met daartussen lagen fibers. Een positron dat tegen het lood vliegt, produceert een soort douchestraal van deeltjes. Op hun beurt vliegen die deeltjes door de fibers heen, waardoor deze licht afgeven. Uit de hoevelheid licht berekent men de energie van het positron. Het magneetveld in de ring wordt stabiel gehouden op beter dan een miljoenste deel. Voor zo'n grote ring is dat een unicum.





Het magneetveld beïnvloedt ook de spinrichting van de muonen. De spin begint namelijk te tollen, in het vlak van de baan van het muon. Dit effect heet spinprecessie en heeft geen invloed op de baan van het muon. Het verschil tussen de spinprecessiefrequentie en de frequentie waarmee het muon rondcirkelt, wordt de anomale precessiefrequentie genoemd. Dit verschil is rechtevenredig met het product van het anomaal magnetisch moment van het muon en de sterkte van het magneetveld. Omdat het veld nauwkeurig bekend is en er een methode bestaat waarmee we de anomale spinprecessiefrequentie kunnen meten, hebben we een manier om het anomaal magnetisch moment te bepalen.

De anomale spinprecessie kunnen we volgen met het muonverval. Het positron dat vrijkomt bij het het muonverval wordt namelijk bij voorkeur uitgezonden in de richting die de spin van het muon op dat moment heeft. De muonspin draait rond met de anomale spinprecessiefrequentie. Meten we nu op een vaste plaats het aantal vervalpositronen, dan zien we dat dit aantal in de tijd oscilleert met de frequentie van de anomale spinprecessie. Dit is precies wat we nodig hebben om het anomaal muonmoment te meten. Het aantal positronen neemt in de loop van de meting natuurlijk af door het verval van de muonen, maar tijdens deze afname blijft de zeer duidelijke anomale oscillatie bestaan.

Bij het muonverval komen ook nog twee neutrino's vrij. Deze zijn niet detecteerbaar en vliegen uit de opstelling. Doordat deze neutrino's een gedeelte van de muon-impuls met zich meenemen, heeft het overgebleven positron een kleinere impuls dan het muon. Het wordt daardoor sterker afgebogen door het magneetveld en cirkelt naar het midden van de opslagring. Daar staan symmetrisch 24 deeltjesdetectoren opgesteld. Ze bestaan uit lood, met daarin speciale plastic draden die oplichten als een positron ze treft. Dit licht wordt versterkt en vervolgens waargenomen.

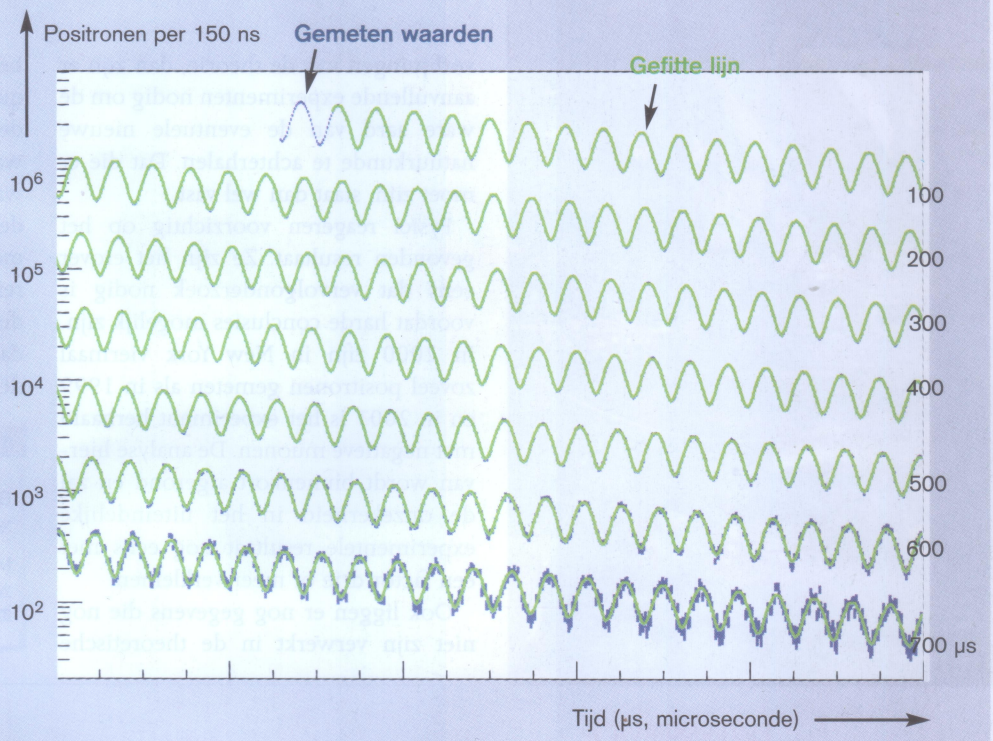
Het geheel lijkt op een draaiende vuurtoren (met één zwaailicht) bovenop een trein die rondjes rijdt. De treinrails staan dan voor de baan van het muon en de lichtbundel van de vuurtoren voor de veranderende richting van de muonspin. Een waarnemer op een vaste plaats langs de rails, die het licht meet van de voorbijrijdende vuurtoren, ziet de lichtintensiteit veranderen met de verschilfrequentie van de rotatiefrequentie van het vuurtorenlicht zelf en de omloopfrequentie van de trein.

Blinde verwerking

Verwerking van de gegevens gebeurt volledig 'blind'. Elke serie metingen bestaat uit gegevens van het magneetveld en van de anomale precessiefrequentie. Meerdere teams van wetenschappers analyseren de metingen steeds afzonderlijk. Door het optellen van geheime getallen, die alleen de afzonderlijke analyseteams kennen, weet geen enkele wetenschapper tegelijkertijd zowel de gemeten anomale precessiefrequentie als de werkelijke sterkte van het veld. Zo is iedere kans op het toewerken naar een gewenst eindresultaat, bewust of onbewust, uitgesloten.

Bovendien is de analyse van de anomale spinprecessie – het meest bewer-

Vier miljard positronen gedetecteerd



Het aantal gemeten positronen neemt exponentieel af in de tijd, omdat het aantal muonen (die vervallen tot positronen) exponentieel afneemt. Het aantal gemeten positronen oscilleert met de frequentie van de anomale spinprecessie. Die frequentie blijft gelijk in de tijd en is daardoor nauwkeurig te meten. Het anomaal muonmoment – dat we uiteindelijk uit het experiment willen bepalen – volgt rechtstreeks uit de gemeten spinprecessiefrequentie.

Er zijn vier miljard positronen gedetecteerd om dit spectrum te maken. Horizontaal staat de tijd sinds het moment dat de muonen in de ring geïnjecteerd zijn in intervallen van 150 nanoseconde. Vertikaal staat het aantal gedetecteerde vervalpositronen in ieder van deze intervallen op een logaritmische schaal. De meetreeks loopt van boven naar beneden door. De getrokken groene lijn is een gefitte curve aan de meetwaarden. Naarmate het aantal gemeten positronen daalt, worden de metingen (blauw) ten opzichte van de fit grilliger.

kelijke onderdeel – ook nog eens door vier onafhankelijke groepen uitgevoerd en de analyse van het magneetveld door twee. Pas nadat iedere analyse is afgerond, worden de geheime sleutels vrijgegeven en alle ingrediënten samengevoegd om te komen tot de werkelijke waarde van het anomaal magnetisch moment van het muon.

De experimentele onnauwkeurigheid is 1,3 miljoenste deel: driemaal nauwkeuriger dan alle eerdere metingen samen. De combinatie van alle metingen geeft als gemiddelde waarde voor het anomale moment

$$(11.659.203 \pm 15)\cdot 10^{-10}.$$

Op het moment dat het experimentele resultaat werd bekendgemaakt, was de meest nauwkeurige theoretische voorspelling

$$(11.659.159{,}6 \pm 6{,}7)\cdot 10^{-10}$$

Ondertussen is na zeer uitgebreide controles gebleken dat een onderdeel van deze voorspelling een fout bevatte (en dat de meeste onderdelen correct waren). Nu is de meest nauwkeurige voorspelling

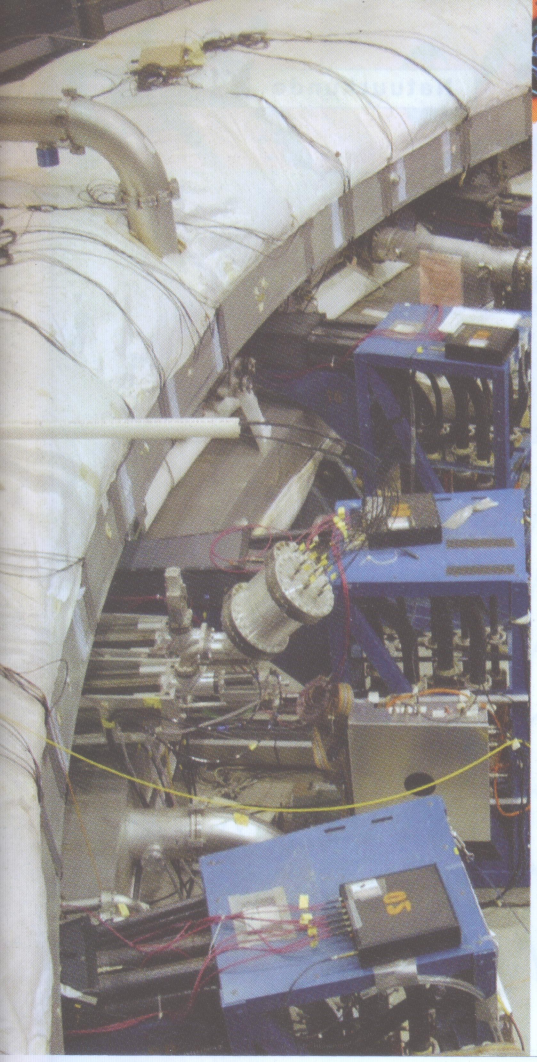
$$(11.659.176{,}7 \pm 6{,}7)\cdot 10^{-10}$$

Ondanks de correctie bestaat er dus nog steeds een klein verschil tussen experiment en theorie: $2{,}2\cdot 10^{-4}$ procent. Dit lijkt erg klein, maar is toch ruim anderhalf keer zo groot dan de gecombineerde theoretische en experimentele onzekerheid.

Nieuwe natuurkunde?

Er zijn drie mogelijke verklaringen voor het verschil tussen theoretische waarde en experimentele waarde. De eerste is een kwestie van statistiek: het kan op louter toeval berusten. De kans daarop is nu nog aanzienlijk. Het zou kunnen dat met nieuwe gegevens de theoretische en experimentele waarden weer naar elkaar toe kruipen. Daarnaast kunnen er nog steeds fouten aanwezig zijn in het experiment of in de theorie, hoewel dat onwaarschijnlijk is. De laatste en spannendste verklaring is dat deze afwijking een glimp is van nieuwe natuurkunde, buiten het huidige Standaardmodel. Het resultaat uit Brookhaven kan echter geen uitsluitsel geven over wat deze nieuwe natuurkunde mogelijk zou inhouden.

Er bestaat een klein papieren oerwoud van theoretische aanvullingen op het Standaardmodel. Vrijwel al deze aanvullingen zeggen iets over een bijdrage aan het anomaal muonmoment. Als het huidige verschil significant blijkt na de analyse van nieuwe gegevens en verdere



verfijningen van de theorie, dan zijn er aanvullende experimenten nodig om de ware aard van de eventuele nieuwe natuurkunde te achterhalen. Dat die er moet zijn, staat dan wel vast.

Fysici reageren voorzichtig op het gevonden resultaat. Ze zijn het erover eens dat vervolgonderzoek nodig is voordat harde conclusies mogelijk zijn. In 2000 zijn in New York viermaal zoveel positronen gemeten als in 1999 en in 2001 is het experiment herhaald met negatieve muonen. De analyse hiervan wordt binnenkort afgerond en zal de onzekerheid in het uiteindelijke experimentele resultaat nog eens met een factor drie of meer verkleinen.

Ook liggen er nog gegevens die nog niet zijn verwerkt in de theoretische berekening van de bijdrage van uit quarks samengestelde deeltjes. Dit zal de onzekerheid in de theoretische waarde verder verkleinen. Als deze waarde duidelijker gaat afwijken van de waarde die volgt uit het experiment, dan is dat alleen nog te verklaren met nieuwe natuurkunde, en worden de grenzen van het Standaardmodel voor het eerst overschreden.

Informatie

Brookhaven National Laboratory:
www.bnl.gov

Muon-(g-2)-homepage:
www.bnl.gov/phyppro1.phy.bnl.gov/g2muon/index.shtml

LEZERSSERVICE
NATUUR & TECHNIEK
boeken

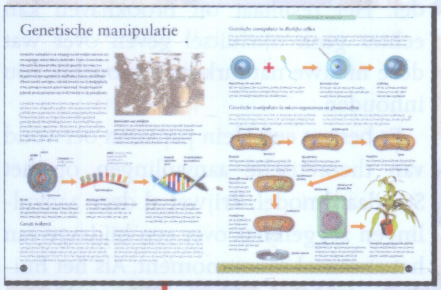
Hoe veilig is uw pinpas?

Hoe vliegt een helikopter achteruit?

Hoe zit dat?

2e DRUK
al 5000 exemplaren
verkocht!

Computers, stofzuigers, mobiele telefoons, smartcards, biotechnologie... het zijn allemaal technologische ontwikkelingen en hulpmiddelen die ons dagelijks leven enorm beïnvloeden. Maar hoe werken die dingen nu precies? *Hoe de dingen werken* legt dit alles in heldere beschrijvingen uit.



Dit boek is gebaseerd op 'Working Knowledge', de succesvolle rubriek in het tijdschrift Scientific American.

Prijs € 31,50
(excl. € 3,50 verzendkosten)

Auteur: Michael Wright en Mukul Patel
Formaat: 21 x 28 cm
Omvang: 288 pagina's
Uitvoering: gebonden met stofomslag, ruim 1000 illustraties in kleur

Bestel met de bestelbon achter in dit nummer of bel 0(031)76-5733770.

Uw bestelling nog sneller in huis én € 1,- korting op de verzendkosten? Bestel via de website:
www.natutech.nl

Mirjam Leunissen en
Frédérique Melman

Foto's: Mirjam Leunissen

Proeven van de wetenschap

We bevinden ons in het scheikundelokaal van een Delftse middelbare school. Om ons heen is het een warrig gegraai naar potten met spannende stofjes en een gepuzzel met petrischalen. Dan valt de mierenhoop van leerlingen uiteen in losse tweetallen: de wedstrijd begint. Wie wint de N&T wetenschapsprijs?

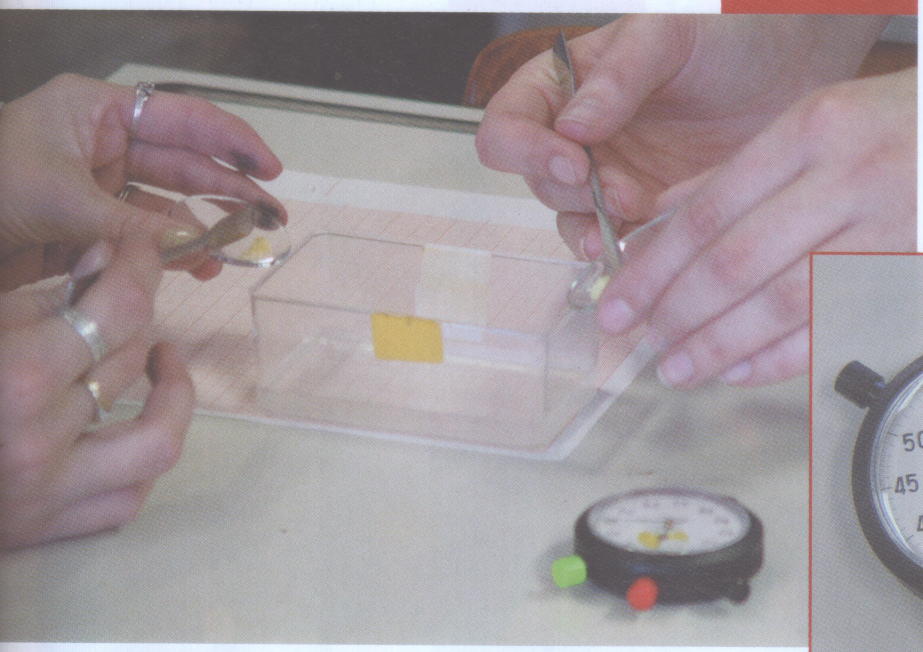
"Denken jullie eraan dat jullie *schone* spatels gebruiken? Hier heeft iemand met een vieze spatel in de potten lopen roeren," waarschuwt scheikundedocente Marianne de Rijke haar leerlingen goedmoedig aan het begin van het practicum. We schrijven dinsdagmiddag 19 februari. In het scheikundelokaal van het Christelijk Lyceum Delft heerst ongewoon grote bedrijvigheid. De ruimte waarin we ons bevinden roept herinneringen op aan onze eigen scheikundelessen op de middelbare school. Het lamplicht weerkaatst fel van de witte tafels en op het lerarenbureau staat een roestige bunsenbrander. Naast de grote, felgele kop van de veiligheidsdouche prijkt aan de wand het periodiek systeem. Het tafereel is compleet wanneer we in een vergeten hoekje op de kast een stoffig molecuulmodel van satéprikkers en piepschuimen balletjes ontdekken.

Vwo-leerlingen van vijf Nederlandse middelbare scholen houden zich bezig met een speciaal scheikundeproject, bedacht door Lisette van Rens van het Instituut voor Didactiek en Onderwijspraktijk van de Vrije Universiteit van Amsterdam. Van Rens legt uit: "Toen de overheid de zogeheten Tweede Fase in het middelbaar onderwijs invoerde, bleek al snel dat goed praktisch onderwijs ontbrak. Leerlingen hadden geen flauw idee hoe ze zelf een onderzoekje moesten opzetten." Daarom ontwikkelde Van Rens samen met enkele scheikundeleraren een project waarin leerlingen kennismaken met wetenschappelijk onderzoek. "We laten ze zelf een experiment opzetten waarmee ze de diffusie van deeltjes in water bestuderen. Dit jaar draait het project als een bescheiden proef. Als het succesvol is, kunnen volgend jaar scholen in heel Nederland en Vlaanderen deelnemen", vertelt de onderwijsdeskundige.

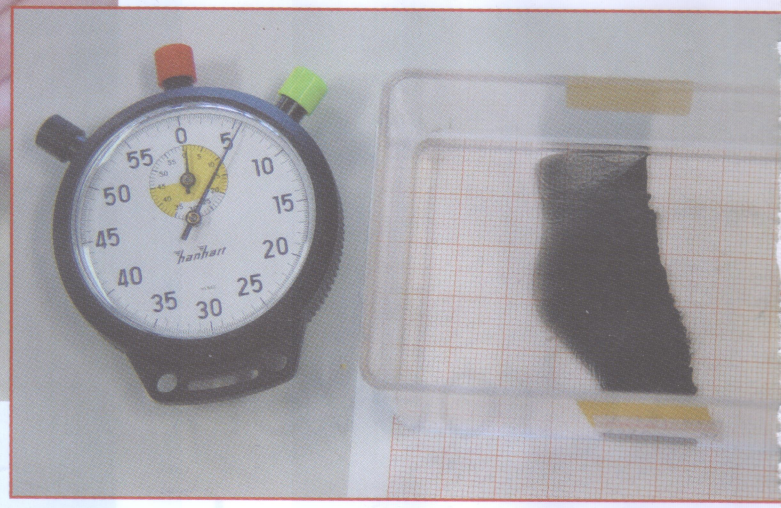
Wedstrijd

Een lange witte labjas met daaronder een pimpelpaarse panty, knalroze beenwarmers en een paar afgetrapte legerkistjes stuift langs ons richting de technisch onderzoeksassistent. Deze rijdt net een kar met rammelende glazen potten, petrischalen

Frédérique Melman en **Mirjam Leunissen** zijn beiden stagiaire op de redactie van *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine*.



Foto's Mirjam Leunissen



De diffusieproef

Aan weerszijden van het bakje worden kristallen van natriumsulfide en ijzerchloride tegelijkertijd in het water gegooid. De zouten lossen snel op en hun samenstellende ionen verplaatsen zich door diffusie in het water. Waar de ijzer- en sulfideionen elkaar treffen, vormen ze een neerslag van onoplosbaar ijzersulfide. De natrium- en chloride-ionen zijn tribune-ionen: zij doen niet mee aan de neerslagvorming. Met millimeterpapier meten de leerlingen de afstand die de ionen hebben afgelegd in de hoop een verband te vinden tussen de massa van de deeltjes en de snelheid waarmee ze door het water bewegen. De proef werkt voor alle zouten die een duidelijk zichtbaar neerslag geven.

in alle soorten en maten en tientallen spatels het lokaal binnen. Meteen ontstaat een chaos van handen die naar de stoffen en schalen grijpen. "Wat is nu de bodem en wat het deksel?", vraagt één van de leerlingen zich vertwijfeld af. Na enige tijd valt het kluwen scholieren uiteen in losse tweetallen – opmerkelijk genoeg is er maar één 'gemengd dubbel' – en kan de wedstrijd beginnen.

Met Van Rens' project kunnen de leerlingen de *Natuur & Techniek*-onderzoeksprijs winnen, die het wetenschapsmagazine dit jaar voor de allereerste keer toekent. De deelnemende 5-vwo-leerlingen moeten daartoe een scheikundig experiment uitvoeren en er een wetenschappelijk artikel over schrijven. Via een internetsymposium onderwerpen de leerlingen elkaars aanpak en bevindingen aan kritiek, waarna het winnende artikel in het novembernummer van *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* zal verschijnen. "Door deze wedstrijd ondervinden de leerlingen zelf hoe wetenschappelijk onderzoek verloopt. Ze ontdekken hoe je een goede onderzoeksvraag opstelt en hoe na een proef het uitgebreide proces van presenteren, discussiëren en publiceren volgt", verklaart Van Rens.

Julia en Jessica gaan rap van start. In een mum van tijd rapen ze alle benodigdheden voor hun proef bij elkaar, waarna ze druk glaswerk gaan poetsen. "Je weet het niet," verklaart Julia serieus, "misschien zit er wel vuiligheid op het glas." Ondertussen bestuderen Sharon en Maarten nog geconcentreerd hun BINAS-boekjes met de piepende poetsgeluiden van de anderen op de achtergrond. "We hadden thuis al uitgezocht welke koppels van zouten volgens ons het meest geschikt zijn, maar die aantekeningen zijn we vergeten. Nu moeten we alles opnieuw doen", verzucht Sharon.

Voor de tafel hurkend, houdt Julia inmiddels een horlogeglas met ijzerchloridekristallen voor haar neus. Jessica staat met haar spatel in een hoopje groengele natriumsulfidekristallen te wriemelen, wanneer Julia er plotseling achterkomt dat ze handen tekortkomen: "Hoe moeten we dit nu in dat bakje gooien en tegelijkertijd de stopwatch indrukken?" Gelukkig ontdekken de meiden al snel dat je de klok ook alvast van te voren kunt laten beginnen met lopen: experiment gered!

Neerslag

"Ja, ik zie wat", roept Julia, terwijl ze met gespannen gezicht in het bakje voor haar tuurt. Voor onze ogen spreidt zich langzaam een gitzwarte vlek uit, die uit het niets lijkt te ontstaan. "IJzer en sulfide vormen samen de neer-

Geslaagde proef
Suzanne is tevreden: het koperzout is neergeslagen.

slag," legt Julia ons zelfverzekerd uit, "Natrium en chloride zijn de tribune-ionen. Die doen alleen voor spek en bonen mee."

Bewegen geladen deeltjes met een kleine massa sneller door gedestilleerd water dan gelijksoortige deeltjes met een grotere massa? "Dat is de vraag waar de leerlingen zich nu al vier theorielessen lang het hoofd over breken", vertelt docente De Rijke. "Vandaag kunnen ze het zelf beproeven."

De basis voor het project vormt een onderzoek dat Thomas Nemetz en David Ball beschreven in de *Journal of Chemical Education*. Zij bedachten een proef waarbij ze twee oplosbare zouten tegenover elkaar in een petrischaaltje met gedestilleerd water leggen. De kristallen lossen op en de individuele ionen verplaatsen zich door het water: ze 'diffunderen'. Op het punt waar de ionen elkaar tegenkomen, vormen twee ionen van verschillende zijden een duidelijk zichtbaar neerslag van een ander, onoplosbaar zout. De onderzoekers meten tenslotte de afstand van de neerslag tot de uitgangsstoffen en leggen zo een verband tussen de bewegingssnelheid van de deeltjes en hun massa.

Plots zien we de lange Ernst de grootste petrischaal die hij kon vinden naar de zuurkast achterin het lokaal slepen. "Dat sulfide stinkt enorm. Het riool ruikt nog beter", merkt hij op. Niet veel later hangt hij samen met Zjir ver voorovergebogen in de zuurkast met zijn hoofd boven de dampende schaal. Ernst prikt met zijn potlood in de vloeistof en wijst naar het millimeterpapier dat onder de schaal ligt. "Kijk," helpt Zjir ons, "als straks de neerslag zich vormt, dan tellen we de hokjes en weten we welke afstand de deeltjes hebben afgelegd."

Stappenplan

Onderwijsdeskundige Van Rens verklaart waarom ze voor haar project de diffusieproef koos: "Het experiment is niet zo ingewikkeld, waardoor het niet te veel afleidt van het uiteindelijke doel van het project: leren hoe je betrouwbaar en nauwkeurig onderzoek doet." Ze laat de leerlingen het 'waarom' en het 'hoe' van het onderzoek van Nemetz en Ball nagaan.

"Het artikel van Nemetz en Ball hebben we samen in de klas gelezen en kritisch besproken", vertelt lerares De Rijke. Jessica voegt toe: "We moesten uitzoeken waar de wetenschappers niet op hadden gelet en bedenken hoe het wel moest." De onderzoekers hielden bijvoorbeeld geen rekening met de verschillende ionladingen. Bovendien waren hun resultaten niet erg betrouwbaar, want ze herhaalden de experimenten niet vaak genoeg. "We hebben in tweetallen een nieuw stappenplan voor de proef opgesteld. Julia en ik willen wél de invloed van de ionlading bekijken. Ook houden we met een stopwatch bij hoe lang het duurt voor de neerslag ontstaat. Sommige anderen variëren zelfs de temperatuur van het water, maar ik geloof niet dat dat goed is", besluit ze lachend.

Eenvoudigweg een voorgekauwd protocol volgen, is er deze middag zeker niet bij en vragen zijn er dan ook te over. Wanneer de docent even niet in de buurt is, zijn wij de experts, althans, dat denken de leerlingen. "Als we willen weten of het verband tussen de bewegingssnelheid en de massa van de ionen echt lineair is, moeten we dan al die punten van Nemetz en Ball nameten?", vraagt een leerling ons terwijl hij naar een figuur in zijn werkboek wijst. En: "Moeten de ionen dezelfde lading hebben?".

> "Dat sulfide stinkt enorm. Het riool ruikt nog beter."

De Rijke: "Nu zie ik of ze écht snappen wat ik ze heb bijgebracht." Zjir verzucht: "Je moet wel écht ontzettend goed nadenken over je proefopstelling en de stoffen en materialen die je nodig hebt. De voorbereiding kost veel tijd en tijdens de proef moet je je hersens er goed bijhouden. Anders kom je er halverwege achter dat je faliekant fout bezig bent. Of achteraf, en dat is nog veel erger."

Dwarse onderzoekers

De scheikundedocente heeft de indruk dat de leerlingen er wel lol in hebben. "Het project is niet zo 'standaard' en het wedstrijdelement maakt het natuurlijk ook spannender. Zelf vind ik het trouwens ook ontzettend leuk", voegt ze haastig toe. "Het is leuk wanneer ze creatieve oplossingen bedenken. Of juist de onhandige aanpak kiezen. Daarnet was een leerling aan het wachten tot zijn water tot zestig graden was afgekoeld. Mijn suggestie om koud water toe te voegen verwierp hij onmiddellijk met de opmerking dat dat niet leuk is."

Terwijl om ons heen vrijwel alle leerlingen druk met petrischalen rondlopen, vormen Michiel en David het prototype van de 'dwarse' onderzoeker. Glunderend van trots zitten ze achter hun compleet afwijkende opstelling, die bestaat uit een met water gevulde horizontale buis. "Via de opstaande uiteinden druppelen we zoutoplossingen in de buis. Dat is veel nauwkeuriger, omdat de stoffen dan meteen aan het begin van de proef al opgelost zijn."

Geconcentreerd tellen de jongens af, zodat ze ieder op hetzelfde moment hun oplossing in de buis brengen. "Drie, twee, één: oh sh... ". Er druppelt wat vloeistof naast de buis, maar de eerste proefneming is gestart. Ze weten ons te vertellen dat ze een geel neerslag verwachten, want dat hadden ze al even snel in een reageerbuis uitgeprobeerd. Maar bij de echte proef duurt het langer voordat er een neerslag ontstaat. Veel langer zelfs. Na een kwartier schittert de neerslag nog steeds door afwezigheid, zelfs als David en Michiel een wit boek achter de buis houden om het beter te kunnen zien. Een zwart blaadje helpt ook al niet.

David, nog steeds vol vertrouwen: "We wilden vandaag zes reeksen van drie experimenten doen. Toen vijf van drie en nu gaan we er vier van twee doen." Maar dan moet het experiment wel werken natuurlijk. Uiteindelijk gooien ze krap een uur voor het einde van het practicum hun plannen radicaal om. "We willen nu twee gekleurde zoutoplossingen nemen en kijken dan hoe snel die naar elkaar toe bewegen. Maar dat doen we wel een andere keer, nu gaan we naar huis."

Als we uiteindelijk het lokaal uitlopen roept de zelfverzekerde David ons nog enthousiast na: "We gaan winnen. Ons verhaal komt in *Natuur & Techniek!*"

Dwars
David en Michiel kiezen voor een ingewikkeldere opstelling voor hun diffusie-experiment. "Petrischalen vinden we niet nauwkeurig genoeg."

Zie ook pag. 73 Gouden boontje over deeltjesdiffusie.

Informatie

Internet

Het internetsymposium
www.ido.vu.nl/scholierensymposium

LEZERSSERVICE
NATUUR & TECHNIEK
reizen

Blokkade-reis

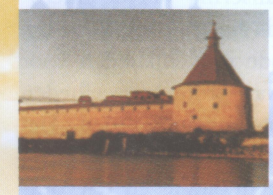
HET BELEG VAN LENINGRAD IN WO II

St. Petersburg, Leningrad, Heldenstad...
Weinig mensen weten dat deze stad 872 dagen belegerd is geweest door Duitse troepen, en dat ondanks erbarmelijke omstandigheden duizenden militairen en twee miljoen burgers standgehouden hebben. De sporen van deze ingrijpende gebeurtenis zijn nog volop te vinden in de stad en de omgeving.
De *Blokkade-reis* neemt u mee naar de pracht van het St. Petersburg nu en naar de verschrikkelijke gebeurtenis van toen. De frontlinie, musea, monumenten, lezingen en ooggetuigenverslagen, geven u gegarandeerd een indrukwekkend beeld van wat deze blokkade van 872 dagen voor de stad en haar inwoners betekende.

Vraag vrijblijvend het informatiepakket aan

BLOKKADE-REIS 4 –11 mei 2002

U wandelt onder begeleiding van Nederlandstalige gidsen door St. Petersburg, waar u alle beroemde monumenten bezoekt, met als aandachtspunt het beleg van de stad. Bijvoorbeeld de grootste kerk ter wereld, de Isaack-kathedraal met granaatscherfbutsen uit de 2e Wereldoorlog. Of de Hermitage, een van Europa's grootste musea.



De excursies voeren u naar plaatsen in de omgeving, zoals naar de haven van Kronstadt, recentelijk pas "openbaar gebied".
De vloot zorgde hier voor de vuurkrachtondersteuning tegen de Duitsers. U volgt de "levensweg" over het bevroren Ladago-meer, dit was de enige aan- en afvoerroute naar de stad. Het volledige reisprogramma ontvangt u in het informatiepakket.

Algemene informatie:
Reiskosten € 1350,- p.p. incl. overnachtingen op basis van een tweepersoonskamer, vliegticket, luchthaven-, veiligheids- en lokalebelasting, vervoer, maaltijden en excursies.
Visum en wereldpaspoort verplicht.

Deze reis is georganiseerd in samenwerking met *stichting Avicula*, natuur en cultuurreizen, een onderdeel van *Worldtravelbti*. Voor meer informatie over deze maatschappij zie www.worldtravelbti.nl.
Natuur & Techniek is niet verantwoordelijk voor de reis en het programma.

DE BLOKKADE-REIS 4 - 11 mei 2002

☐ Ja, ik ben benieuwd naar deze reis en wil graag het informatiepakket ontvangen

☐ Ik wil graag boeken voor *de Blokkade-reis* van 4 - 11 mei 2002 voor ... personen.

U krijgt dan zo spoedig mogelijk alle gegevens van de reisorganisatie.

Naam: Voorletters:

Adres:

Postcode: Plaats:

Land:

Telefoon:

Datum: Handtekening:

U kunt deze bon faxen naar 020-5310950
Of sturen in een **ongefrankeerde** envelop naar :
Natuur & Techniek
Int. Antwoordnummer C.C.R.I Numéro 9224
NL-1000 WZ Amsterdam

Gokken op mobiel internet

De telecommunicatie is vergeven van de technologieën. Het interesseert de gemiddelde consument niet hoe het werkt, als hij maar kan communiceren. De telecomsector moet zich eens richten op deze oerbehoefte en daarbij gokken op het winnende paard.

Ramses Jedeloo

Na zijn studie communicatiewetenschap aan de Universiteit van Amsterdam is **drs Ramses Jedeloo** (1975) werkzaam als zelfstandig adviseur, onderzoeker en publicist op het gebied van mobiele communicatie. Hij is onder andere contentmanager van de website www.mBusiness-monitor.com en hoofdredacteur van het zakelijke tijdschrift voor de telecomspecialist ConneXie.

Na de Europese veilingen van UMTS-frequenties vorig jaar werken telecombedrijven aan de invoering van UMTS, de derde generatie mobiele telecommunicatie. De bedrijven investeerden fors, eerst in het verkrijgen van licenties en nu in de technologie. De uiteindelijke winst is onzeker. Het succes van mobiel internet zal afhangen van 'killer applications', toepassingen die de consument echt wil gebruiken. Die zijn er nog niet, maar om de boot niet te willen missen, ontwikkelen sommige bedrijven alvast technieken. Ze verwachten dat het publiek uiteindelijk mobiele film en video niet kan weerstaan.

Telefoon

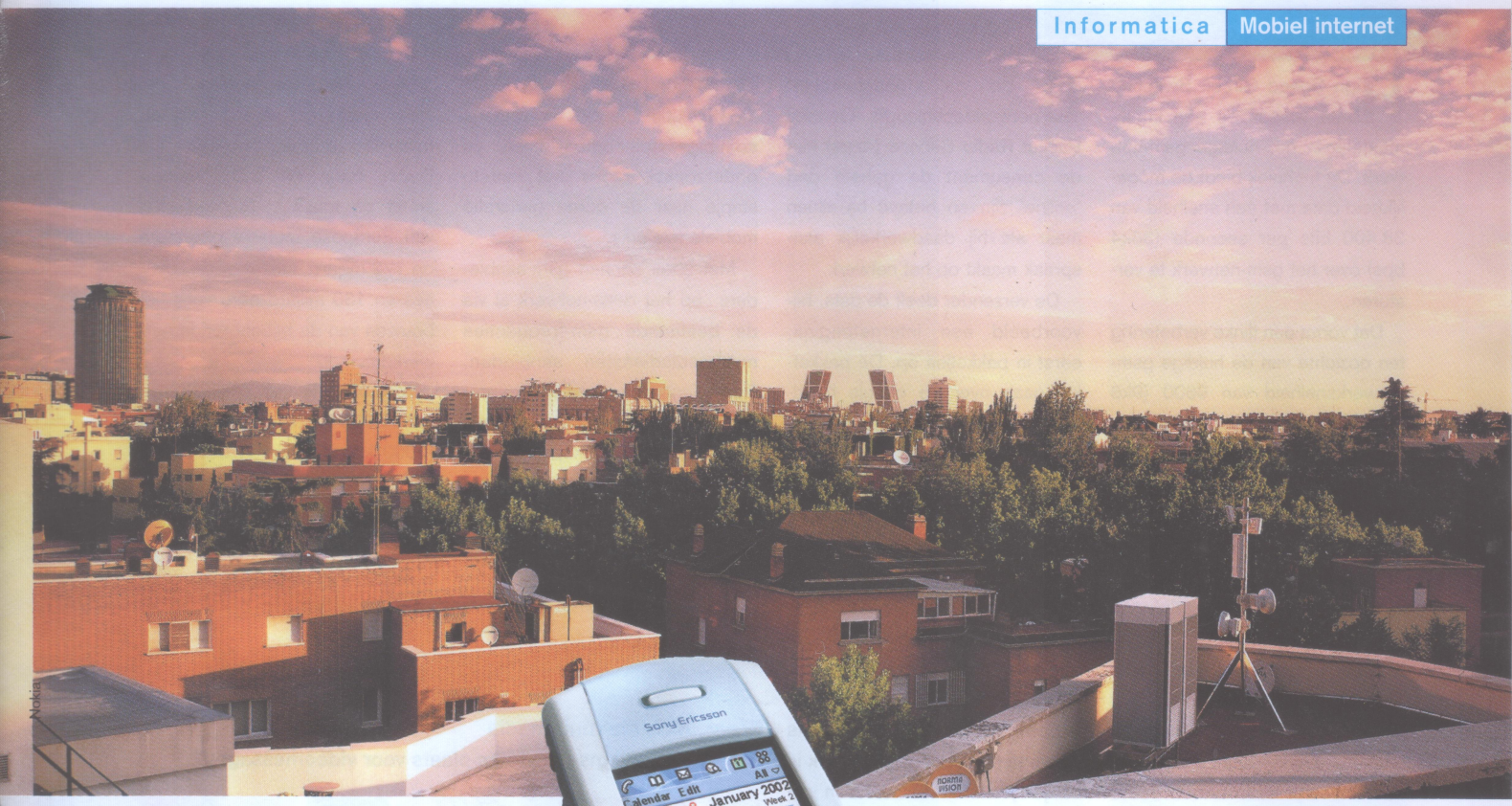
De uitvinding van de telefoon in 1876 was revolutionair. Ineens konden mensen via een eenvoudige kabel op grote afstand informatie uitwisselen. De behoefte om met elkaar in contact te kunnen komen, bleek zeer sterk. Binnen enkele decennia ontstond een wereldwijd netwerk van telefoonlijnen. De telefoon is in veel landen niet meer uit de woning weg te denken.

Voor het transport van grote hoeveelheden gegevens over lange afstanden zijn diverse technieken ontwikkeld, die we als geheel als telecommunicatie betitelen. Nieuwe technische mogelijkheden creëerden steeds weer een grotere vraag. De belangrijkste vooruitgang vormt de digitalisering van de microelektronica sinds begin jaren zeventig. Dat vergrootte de mogelijkheden voor snel transport van grote hoeveelheden informatie over lange afstanden. Het opende de weg naar de vervlechting van computertechnologie en telecommunicatie. Dit leidde uiteindelijk tot het ontstaan van internet, een wereldwijd netwerk van aaneengeschakelde computers.

Internet is inmiddels een versmelting van allerlei 'oude' mediakanalen – zoals gedrukte media, televisie en radio – met 'nieuwe' media. Nieuwe media werken op basis van nieuwe informatie- en communicatietechnologie (ICT). Tot voor kort viel mobiele telefonie daar nog buiten. Dit medium komt echter in een rap tempo opzetten.

Generaties

De ontwikkeling van de mobiele communicatie tot nu toe verdelen we onder in drie generaties. De eerste generatie mobiele communicatie ontstond begin jaren zeventig, en was gebaseerd op analoge signalen. Afspraken over deze



technologie waren vastgelegd in netwerkstandaarden. In Nederland en België waren de klassieke autotelefoon (ATF) en – sinds 1981 – Nordic Mobile Telephone (NMT) populair onder een kleine groep gebruikers.

De intrede van de digitalisering vormde de aanzet tot de tweede generatie mobiele telefonie. De meeste Europese en Aziatische telecombedrijven waren tijdens de overstap naar digitale telefonie een te kleine speler op de telecommarkt om reëel over wereldleiderschap te dagdromen. Zij tekenden massaal het Global System for Mobile communications (GSM) Memorandum of Understanding. Zo maakten ze gezamenlijk een vuist tegen krachtige concurrenten van overzee. Europa en Azië gebruiken daarom nu op grote schaal de gsm-900-MHz-band en de gsm-1800-MHz-band. Dankzij de gsm-standaard zijn mobiele telefoons in Europa en Azië veel meer gemeengoed dan in bijvoorbeeld Noord-Amerika. Daar maken overigens wel de grote steden gebruik van gsm, maar slechts via de gsm-1900-MHz-band. De gsm-900-MHz-band en de gsm-1800-MHz-band waren daar namelijk al aan een andere netwerktechnologie, Advanced Mobile Phone Service, toegewezen. In Noord-Amerika kun je daarom niet met een Aziatisch of Europees gsm-toestel bellen dat de 900-MHz- en 1800-MHz-frequenties gebruikt.

Op de toekomst voorbereid

Nieuwe antennes van Nokia laten zich straks gemakkelijk aanpassen aan UMTS. Een voorbode van wat straks mogelijk wordt, toont het P800-toestel van Sony Ericsson, dat via GPRS signalen verstuurt en ontvangt. Sony kan straks multimediale content gaan leveren via UMTS-kanalen.

Medio 2002 bevinden we ons in een overgang tussen de tweede en derde generatie mobiele communicatie. Drie potentiële netwerkstandaarden strijden om de heerschappij: High Speed Circuit Switched Data (HCSD), General Packet Radio Service (GPRS) en Enhanced Data gsm Environment (EDGE). Steeds meer lijkt het erop dat telecombedrijven hun energie en geld slechts steken in GPRS. Investeren in alle drie de potentiële netwerken loont de moeite niet, omdat men het er over eens is dat binnen drie jaar UMTS uiteindelijk de standaard wordt. GPRS zal noodzakelijke kennis leveren voor de overgang naar UMTS. Bovendien zal het nuttig blijven voor toepassingen waarbij weinig data worden verzonden, bijvoorbeeld voor de aangekondigde tolsystemen voor auto's.

Een belangrijk voordeel van GPRS is dat de telecomaanbieders relatief gemakkelijk hun gsm-netwerk kunnen omvormen naar een GPRS-netwerk. De eigenaar van een GPRS-toestel kan dan al profiteren van veel hogere downloadsnelheden, is altijd online en betaalt per dataeenheid. In tegenstelling daarmee betaal je bij gsm voor de tijdsduur dat je online bent.

Het duurt waarschijnlijk nog drie jaar voordat de derde generatie mobiele communicatie op brede schaal commercieel van start gaat. Dan kunnen we films en andere grote digitale bestanden snel over een grote bandbreedte versturen en ontvangen.

Het is nog niet zeker welke netwerkstandaard uiteindelijk in de derde gene-

HSCSD

High Speed Circuit Switched Data (HSCSD) is een implementatie in het huidige gsm-netwerk. De techniek biedt de mogelijkheid data met een snelheid van 38.400 bits per seconde (38k4 bps) over het gsm-netwerk te versturen.

Dat vormt een flinke verbetering ten opzichte van de huidige gsm-netwerksnelheid van 9600 (9k6 bps). Over HSCSD kan de gebruiker dus vier keer sneller met zijn mobiele draadloze apparaat internetten dan nu mogelijk is.

HSCSD gebruikt circuitgeschakelde technieken: bij spraakverzending tussen twee telefoons moet iemand inbellen en gebruikt hij daarna een deel van de bandbreedte. Dit deel blijft open en dus bezet zodra er verbinding is gemaakt. Als alle lijnen bezet zijn – dus als de hele bandbreedte wordt benut – krijgen nieuwe bellers een bezettoon.

GPRS

Bij de 'pakketgeschakelde' netwerktechnloogie General Packet Radio Service (GPRS) kan de consument de gehele dag 'online' zijn en betaalt hij alleen maar als hij daadwerkelijk aanspraak maakt op het netwerk.

De verzender deelt de data, bijvoorbeeld een internetpagina, eerst in pakketjes op. De pakketjes gaan over de gehele bandbreedte het internet op en worden daar afgewisseld door pakketjes van andere dataverzenders.

Bij de ontvanger worden bij elkaar horende pakketjes samengevoegd tot, in dit geval, de originele internetpagina. De verbinding blijft constant open, inbellen is niet nodig en de uiteindelijke datasnelheid is daardoor hoger.

Een ander voordeel van GPRS boven het huidige gsm-netwerk is dat je tijdens het binnenhalen van data gesprekken kan voeren. De data-overdracht stopt tijdens het gesprek en gaat na beëindiging weer verder.

GPRS ondersteunt een theoretische snelheid van 115.000 bits per seconde (115 kbps). In de praktijk komt dat, mede door tweeweg dataverkeer, neer op ongeveer 57.600 bits per seconde (57k6). Dit is te vergelijken met de huidige gemiddelde modemsnelheid voor 'vast' internet.

EDGE

Enhanced Data rate for GSM Evolution (EDGE) is volgens sommige telecombedrijven en onderzoeksbureaus het laatste stapje naar de derde generatie mobiele telefonie.

Met EDGE kunnen gsm-aanbieders op het GPRS-netwerk al via de bestaande gsm-frequenties multimediadiensten aanbieden. Deze diensten kunnen een theoretische snelheid van 384.000 bits per seconde (384 kbps) gebruiken. EDGE wordt gezien als de stap tussen GPRS en UMTS, omdat UMTS relatief moeilijk te implementeren is.

UMTS

De UMTS-frequenties zijn wereldwijd voor tientallen miljarden guldens geveild. De Duitse bank WestLB Panmure schat de totale UMTS-investering van Europese mobiele operators op 172 miljard euro voor de licenties en 130 miljard euro voor het bouwen van de bijbehorende netwerken.

Met UMTS is een snelheid van 2.000.000 bits per seconde (2000 kbps) haalbaar. Dat maakt het tonen van real time videobeelden op draadloze apparaten een realistische mogelijkheid.

Mobiele multimedia

Maken sms-jes straks plaats voor videomessages?

ratie toonaangevend zal zijn. In Europa gebruiken we de technologie Wideband Code Division Multiple Access (W-CDMA), dat we voor het gemak Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) noemen. Deze is al wijd verspreid en zal steeds belangrijker blijken. Japan gebruikt ook W-CDMA en heeft vorig jaar als eerste land ter wereld de dienst commercieel gelanceerd. Deze dienst van het Japanse telecombedrijf NTTDoCoMo heet Freedom Of Mobile multimedia Access (FOMA).

Mobiel internet

Even terug naar de eerste helft van de jaren negentig. De explosieve groei van internet overschaduwde het succes van mobiele telefonie, met name in de Verenigde Staten. Topman Alain Rossmann van het Amerikaanse softwarebedrijf Phone.com (het vroegere Unwired Planet) zag echter de potentie van beide nieuwe kanalen in en wilde in 1994 internet via dezelfde kanalen als de mobiele telefoon toegankelijk maken. Na een korte pionierperiode besloot de softwarefabrikant zijn kennis met andere bedrijven te delen om de ontwikkelingen sneller te laten verlopen.

Het Amerikaanse telecombedrijf AT&T was in 1996 de eerste die met de introductie van de PocketNet een stap zette in de mobiele internetwereld. Er waren slechts enkele toestellen beschikbaar, zodat er geen massamarkt open lag.

Omnipoint, een Amerikaanse netwerkleverancier, opperde het idee dat de telecombedrijven met een gezamenlijk ontwikkelde standaard internet mobiel konden aanbieden. De technieken die de grote aanbieders op dit gebied al hadden ontwikkeld, kwamen toch al sterk overeen. Midden 1997 richtten Motorola, Nokia, Ericsson en Phone.com hiertoe WAPforum op. De standaard die dit forum ontwikkelde, vormt de basis voor het huidige mobiele internet en heet Wireless Application Protocol (WAP).

Vanaf het moment dat de telecomsector besloot mobiel internet commercieel te exploiteren, zijn de gebruikers verdeeld in twee kampen. Enerzijds gebruikt een relatief kleine groep al

Datatransmissie alsmaar sneller

	gsm	GPRS	UMTS
Datasnelheid (Kbps)	**9,6 kbps**	**115 kbps**	**2000 kbps**
E-mail (10 kB)	8 s	0,7 s	0,04 s
Tekst en grafisch beeld (2 MB)	1680 s	120 s	7 s
Videoclip of muziekbestand (4 MB)	3360 s	240 s	14 s

sinds de introductie van de eerste WAP-telefoon intensief het mobiele internet. Anderzijds bestaat er een grotere groep sceptici die deze mobiele benadering van internet een doodgeboren kindje vindt. Zij vinden WAP te langzaam en onvriendelijk in gebruik.

De telecomsector vestigt de hoop nu op de volgende generatie technologieën. De verwachting luidt dat door de toegenomen snelheid en gebruiksvriendelijkheid de commerciële introductie van mobiel internet interessant wordt.

WAP was een hype, maar UMTS laat door de hoge kosten nog tot 2004 op zich wachten. In de tussentijd bieden de tussenliggende (netwerk-)technologieën wél meteen een relatief voordeel, waardoor het publiek wel de toegevoegde waarde van mobiel internet hoger zal inschatten. Het succes van mobiel internet hangt, ongeacht de gebruikte technologie, af van de toegevoegde waarde die telecombedrijven het publiek bieden. Ze moeten diensten ontwikkelen die de oerbehoeften van mensen bevredigen: *killer applications*. Welke toepassingen voor groot succes zorgen, is nog de vraag. Staan mensen te schreeuwen om *real time* videobeelden tijdens een gesprek, willen ze muziek op verzoek of verzint iemand een andere toepassing die de breedbandcapaciteit van het draadloze UMTS en menselijke oerbehoeften koppelt?

Het succes van mobiele technologieën hangt af van de wisselwerking tussen de mate waarin het publiek de toegevoegde waarde herkent en de mate waarin de telecomsector erin slaagt killer applications te ontwikkelen. Naarmate de tijd vordert en nieuwe technologieën hun intrede doen, herkent het publiek de toegevoegde waarde makkelijker. De onderliggende technologieën nemen in de tijd slechts een faciliterende rol in. De telecomsector moet zich bezighouden met het ontwikkelen van killer applications, ofwel het wedden op het winnende paard…

Boren in de Hollandse modder

De Hogesnelheidslijn-Zuid, van Amsterdam naar Brussel, wordt voor een deel ondergronds aangelegd. Met nieuwe meetinstrumenten probeert GeoDelft eventuele problemen bij het boren vóór te zijn.

Een boormeester wil zo goed mogelijk weten wat er onder de grond zit. Dan kan hij het boorproces tijdig aanpassen aan obstakels en veranderingen in de bodemgesteldheid. De geotechnische eigenschappen van de bodemlagen, zoals hardheid, korrelgrootte en vochtigheid, bepalen hoe moeilijk of makkelijk de boor er doorheen gaat. Afhankelijk hiervan stelt de boormeester de boorkoppel, boorspoeling en waterdruk in.

Het voorkómen van storingen in een tunnelboormachine is van het allergrootste belang, gezien de kosten die ermee gemoeid zijn. Een 'traditioneel' vooronderzoek van een tunnelboortracé door verticale proefboringen vanaf het maaiveld is echter nogal grofschalig, doordat de meeste tracés kilometers lang zijn en de gewenste diepte tientallen meters onder het maaiveld ligt. Voor de Heinenoordtunnel in Rotterdam bijvoorbeeld is op land elke 25 meter een sondering uitgevoerd en op het water elke 50 meter. De kans dat daarbij obstakels over het hoofd zijn gezien, is vrij groot. Bovendien is het lastig zo de bodemgesteldheid precies te voorspellen.

Weerstand

Het geotechnisch instituut GeoDelft ontwikkelt in samenwerking met het Centrum Ondergronds Bouwen twee meetapparaten die de tunnelboormachines moeten helpen zo snel en efficiënt mogelijk te werken. Het *Prikneus*-instrument dat vijf meter vooruit kan 'voelen', gaat al gebruikt worden in de Groene-Harttunnel. De meer geavanceerde *Speurneus* is het experimenteerstadium daarentegen nog maar nauwelijks ontgroeid.

De tunnelboormachine beweegt zich in het Groene Hart onder normale omstandigheden met een snelheid van ongeveer één meter per uur. Een weekproductie van honderd meter tunnelbuis is vrij normaal omdat het boren geen volcontinu proces is. De Prikneus maakt voor zijn metingen gebruik van die onvermijdelijke pauzes.

De Prikneus is een 36 millimeter dikke, vijf meter lange roestvrijstalen stang met voorin een sensorkop. Bij een meting wordt deze vanuit de boormachine horizontaal de grond in gedrukt. De druksensor aan de voorzijde levert gegevens over de weerstand bij het indrukken. Aan de zijkant zit een tweede sensor die de wrijving meet; een sensor voor de poriewaterdruk completeert het geheel. Een combinatie van deze gegevens geeft een betrouwbaar beeld van de bodemgesteldheid, ofwel grondslag, die de boor voor zijn kiezen krijgt: slappe lagen zoals veen en klei, steviger zand of een combinatie daarvan.

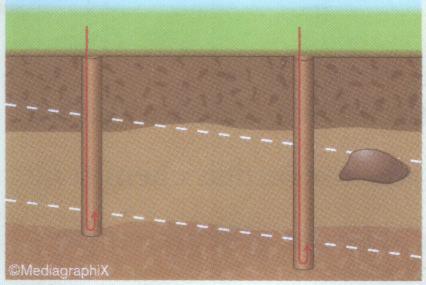
Toch kan de Prikneus nog obstakels over het hoofd zien, daarom werkt GeoDelft ook aan het geavanceerdere Speurneusconcept. Scheepswrakken of blindgangers, oude funderingen of heipalen kunnen het boorproces grondig verstoren. De Speurneus zal dergelijke obstakels ruim van tevoren detecteren, zodat de tunnelbouwers tijdig gepaste actie kunnen ondernemen.

De Speurneus is een circa twintig centimeter dikke roestvrijstalen torpedo, die door een van tevoren gemaakte pilotboring wordt getrokken. Daarbij brengt hij de ondergrond rondom het gehele boortraject driedimensionaal in beeld. Er is met diverse uitvoeringen geëxperimenteerd. In de basisuitvoering zit de

Met dank aan Victor Hopman, adviseur GeoDelft.

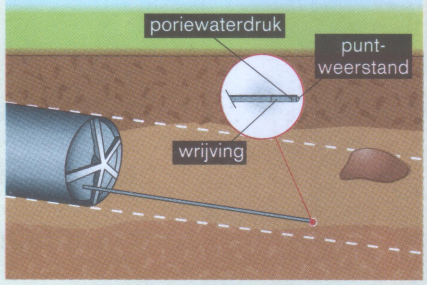
Boren vanaf maaiveld

Een traditioneel vooronderzoek met boringen of sonderingen mist details in de laagopéénvolging en ziet obstakels meestal over het hoofd



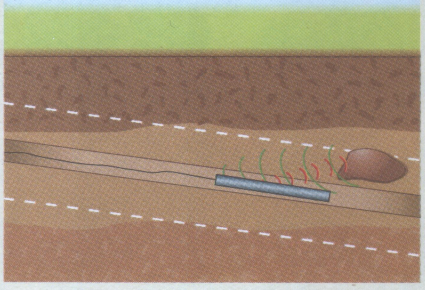
Vooruitkijken met de Prikneus

De Prikneus 'voelt' vijf meter vóór de boorkop uit. De sondeerkop meet de druk die nodig is om de grond weg te drukken, de wrijving en de poriewaterdruk. Niet alle obstakels worden tijdig ontdekt.



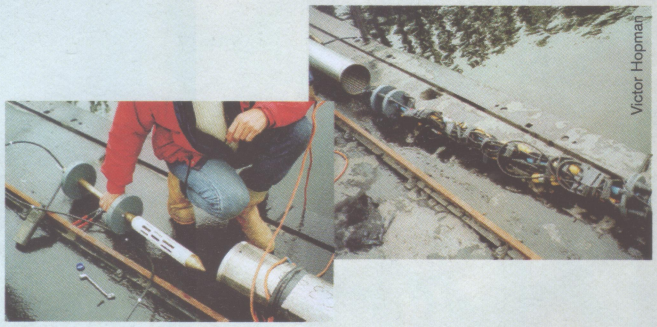
Vooronderzoek met Speurneus

De Speurneus maakt vóór het boren van de tunnel vanuit een proefboring alvast een gedetailleerd beeld van het tunneltracé. Ook obstakels kunnen zo gedetecteerd worden.



Prikneus
De Prikneus is een 36 millimeter dikke, vijf meter lange roestvrijstalen stang met voorin een sensorkop.

Speurneus
De sensor wordt in de Speurneus aangebracht



Speurneus vol met beeldvormende technieken die we in de praktijk beter uit luchtvaart en het ziekenhuis kennen: radar en echo.

Golven

Een grondradar zendt elektromagnetische pulsen de bodem in, terwijl een antenne de reflecties opvangt. Hij registreert het tijdsverschil tussen het uitzenden van een puls en het ontvangen van de reflecties ('echo's') van grondlaagovergangen, de grondwaterspiegel, leidingen en andere voorwerpen. Omdat de snelheid van de radargolven in de betreffende ondergrond bij benadering bekend is, kan zo de afstand tot een obstakel of andere grondlaag worden berekend.

Een complicerende factor is dat de voortplantingssnelheid van radargolven sterk varieert per grondsoort en afhankelijk is van het watergehalte. Een andere belangrijke beperking is dat een radarantenne alleen de *afstand* van een obstakel tot het boorgat bepaalt en niet de richting, waarin het zich bevindt. Het dieptebereik van de grondradar is afhankelijk van de frequentie van de uitgezonden pulsen en van de geleidbaarheid van de ondergrond. Bij gebruik van een hoogfrequent signaal (circa één gigahertz) is het dieptebereik beperkt, maar de nauwkeurigheid groot. Een laagfrequent signaal (circa tachtig megahertz) is beter geschikt wanneer je op grotere afstanden (tot tientallen meters) moet meten, maar dit gaat dan ten koste van de nauwkeurigheid.

Akoestische Speurneus-metingen (sonar) in het pilot-boorgat zijn in beginsel vergelijkbaar met de radar-techniek. Alleen vervangen geluidsgolven de radargolven. Een trillingsbron zendt een kortdurend signaal uit; de reflecties van het signaal leveren informatie op over de ligging van laagovergangen en obstakels.

Aanvankelijk was het de bedoeling dat de Speurneus op basis van bestaande technologie met meerdere grondradarantennes een volledige driedimensionale afbeelding van de ondergrond rondom het boorgat zou maken, maar de eerste resultaten van de grondradar-Speurneus vallen wat tegen. Het 'zicht' in de ondergrond is soms minder dan één meter – onvoldoende voor toepassing in grote tunnels.

Een akoestische boorgatmeting via meerdere kanalen leverde betere resultaten. Volledige driedimensionale akoestische metingen tot enkele meters rondom de pilot-boring gaan inmiddels probleemloos. Voor kleinere tunnels kan de Speurneus met een combinatie van akoestische en radar-beeldvormingstechnieken al succesvol worden ingezet, maar voor grotere tunnelbuizen is voorlopig alleen het akoestische systeem bruikbaar.

Anne Schulp

Internet

Geotechniek portal voor Nederland
www.geonet.nl

Centrum Ondergronds Bouwen
www.cob.nl

Eén van de vijf GTI's in Nederland
www.geodelft.nl

Groene Hart-tunnel
www.hslzuid.nl

Noord-Zuidlijn Amsterdam
www.nzlijn.amsterdam.nl

De geur van gebraden levensmiddelen bestaat vaak uit honderden chemische verbindingen. Daarom gebruikten producenten van geur- en smaakstoffen tot nu toe alleen de meest dominante verbindingen voor hun producten. Nieuwe technieken beschrijven het complete geurboeket als een soort vingerafdruk.

Geur op bestelling

Werner Klaffke
Unilever R&D Vlaardingen

Prof dr Werner Klaffke (1961) is hoofd van de afdeling Molecular Informatics van Unilever Research & Development in Vlaardingen. Hij is tevens hoogleraar organische chemie aan de Universiteit van Münster in Duitsland.

De geur van vers gebrande koffie herken je uit duizenden. Meer dan 1400 (!) afzonderlijke verbindingen zorgen samen voor het karakteristieke aroma van een specifieke koffiesoort.

De geur en de smaak van koffie, een vers brood of een stuk gebraden vlees worden alle bepaald door de Maillardchemie, vernoemd naar de Franse chemicus Louis Camille Maillard. Hij beschreef in 1912 de chemische reacties tussen eiwitten en koolhydraten, die bijvoorbeeld bij de bereiding van vlees een rol spelen. Maillardchemie gaat over de alledaagse warmtebehandeling van levensmiddelen, zoals koken, bakken, braden of grillen. Het is zo oud als het vuur zelf. Het begrijpen van de ingewikkelde bak- en braadscheikunde is echter pas de laatste eeuw van de grond gekomen.

Chemici intereseert vooral de vraag welke moleculen en reacties schuilgaan achter de bereiding van levensmiddelen. Idealiter willen ze op basis van die kennis voorspellen hoe ze uit een grondstof het gewenste resultaat krijgen. Dat is niet eenvoudig, want een aroma wordt niet bepaald door de aanwezigheid van één enkele stof, maar juist door de aard en de concentratie van deze stof in combinatie met diverse andere. Daarom spreekt men ook over een boeket dat, net als een bloemenboeket, bestaat uit allerlei soorten.

Bij Unilever proberen we het complete geur- en smaakboeket zowel te analyseren als te produceren. Door een combinatie van snelle geautomatiseerde analysemethoden, patroonherkenning en statistische modellen, staan we inmiddels een stuk dichter bij de authentieke geur op bestelling.

Bouillon

De Duitser Justus Liebig is één van de chemici die de basis heeft gelegd voor de wetenschappelijke benadering van het eeuwenoude bakken en braden. Hij vond het 'vleesextract' uit, de voorloper van het bouillonblokje. Dit extract werd bereid uit de reusachtige hoeveelheden rundvlees die in Zuid-Amerika bij de huidenproductie overbleven en anders zouden worden vernietigd. Liebigs doel was verbetering van de vleesverzorging van zijn Europese medeburgers. Hij richtte zich dus op een zo breed mogelijk inzetbaar product.

De productie van het vleesextract was tot in het recente verleden gebaseerd op ervaring, op vele proeven en even zo vele vergissingen. Door de aard en complexiteit van het schijnbaar zo eenvoudige kookproces ging echter steeds sterker de wens uit naar een meer wetenschappelijke benadering, gebaseerd op nieuwe inzichten binnen de moderne organische chemie.

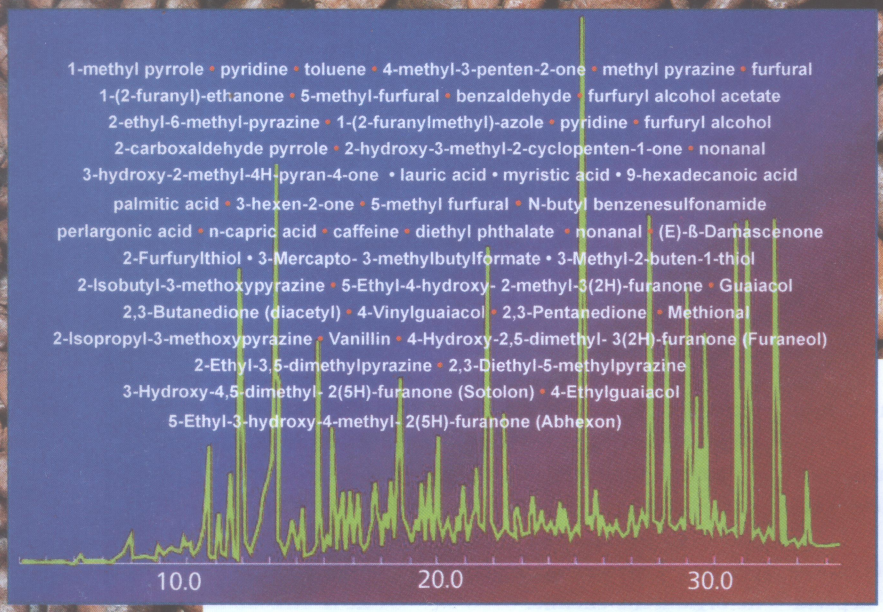
Bepaalde geur- en smaaksensaties herinneren ons aan gebeurtenissen uit ons leven. Deze herinneringen gaan zelfs terug tot in de jeugd. De harmonieuze of disharmonische gevoelens die een speciale geur kan oproepen, zijn vergelijkbaar met de gevoelens die muziek oproept.

Zoals in de muziek een akkoord is samengesteld uit verschillende tonen van een toonladder die gezamenlijk tot een bepaald klankbeeld leiden, zo levert ook de combinatie van afzonderlijke moleculen een bepaald geurbeeld op. Neem bijvoorbeeld een C-majeurakkoord in de muziek. Dit majeurakkoord is opgebouwd uit de frequenties die overeenkomen met de tonen C-E-G-C. Door slechts één toon te veranderen, gaat majeur over naar mineur: de E is verlaagd tot Es. Het verschil is uiterst klein. Het is weliswaar te analyseren, maar slechts via het gehoor kunnen we er de juiste betekenis aan toekennen. Terwijl het majeurakkoord hard klinkt, klinkt zijn mineurequivalent zacht.

De een geeft de voorkeur aan het majeurakkoord, terwijl een ander misschien mineur meer waardeert. In de wereld van de geuren en aroma's is het precies zo gesteld. Een aroma is een zinnenprikkelende ervaring waaraan we nooit recht kunnen doen door slechts de componenten te analyseren. We kunnen een aroma niet met slechts één component omschrijven, net zo min als we een harmonie met één enkele toon kunnen omschrijven. Een aroma vereist een complexere analyse.

Klant is koning

Wat voor de analyse geldt, geldt evenzeer voor de productie van aromatische producten. In de toekomst kunnen we niet volstaan met de productie van één soort runderbouillon. Nu nog spelen producenten vooral in op de wensen van de gemiddelde markt, maar in de toekomst moeten de wensen van individuen en groepen centraal staan. Was het ten tijde van Liebig nog een uitdaging om grote



Koffie-aroma

Een koffie-aroma bestaat uit meer dan 1400 afzonderlijke verbindingen die samen voor een zeer specifieke koffiegeur zorgen. De grafiek is het resultaat van gaschromatografische analyse van de belangrijkste stoffen.

delen van West-Europa van vleesaroma te voorzien, de uitdaging is nu de tevredenheid van de individuele consument.

De complexiteit van het proces houdt het gevaar in dat fabrikanten zich op sleutelverbindingen storten en alleen deze op een geschikte manier combineren. Dat is echter een technische beperking die de geschoolde consument snel ontmaskert. Dergelijke producten smaken en ruiken vaak oppervlakkig en het ontbreekt aan diepte en authenticiteit.

De Liebigs van tegenwoordig moeten andere processen inzetten om dit complexe gebied adequaat te onderzoeken. Zij moeten in ieder geval de complexe Maillard-processen voorspelbaar maken en de invloed van afzonderlijke procesparameters op het totale resultaat zichtbaar maken. Alleen zo kunnen zij de productontwikkelaars van lange testreeksen en vele fiasco's in het ontwikkelingsproces bevrijden.

De ontwikkeling van nieuwe werkzame stoffen profiteert sinds enkele jaren van twee vernieuwingen. Een daarvan betreft de combinatorische chemie. Hier gaan we uit van een model waarin niet één bepaalde verbinding wordt weergegeven, zoals bijvoorbeeld gebruikelijk in de farmaceutische chemie, maar synthetiseren we gelijktijdig en met hoge snelheid een reeks soortgelijke verbindingen. Deze combinatie van verbindingen splitsen we vervolgens, waarna we ze met snelle analysemethoden op effectiviteit selecteren. De ontwikkeling van steeds snellere analyse-apparatuur die steeds kleinere hoeveelheden materiaal nodig heeft, is de tweede vernieuwing waarvan de productontwikkelaars profiteren.

Beide ontwikkelingen staan aan de basis van de volgende generatie van het Maillard-onderzoek. Een snelle opeenvolging van experimenten en een groot aantal computer-runs moeten duidelijkheid verschaffen over oorzaak en gevolg: welke invloed heeft de verandering van reactieparameters op de samenstelling van het productspectrum?

Broodnodige complexiteit

Vallen we tot op de dag van vandaag nog terug op afzonderlijke reactiepaden die we met modelexperimenten trachten te begrijpen, ons nieuwe uitgangspunt volgt een geheel andere weg. We reduceren de complexiteit niet, maar accepteren het als inherent aan het systeem. We zien het zelfs als een vereiste voor producten bestemd voor de individuele consument.

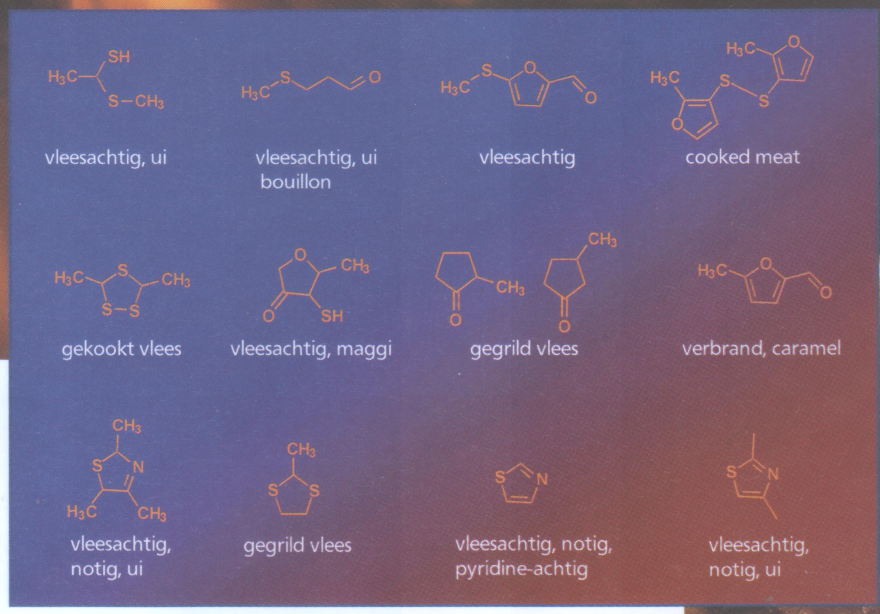
Het gaat de consument om de beleving van een compleet geur- en smaakboeket. Om dit te onderzoeken, hebben we twee dingen nodig: snelle synthese van een aromaboeket en snelle, omvangrijke analyse van alle aanwezige stoffen die tot het aroma bijdragen.

Van Amadori tot Maillard

Voedingsmiddelen bestaan onder andere uit eiwitten en koolhydraten. Bij elk verhittingsproces wordt een deel van deze voor de mens essentiële bestanddelen verbruikt en chemisch omgezet.

Bij het koken reageert glucose met een aminozuur door in eerste instantie een zogeheten Schiffs base te vormen en vervolgens een omzettingsproduct: de 1-amino-1-desoxy-2-ketosuiker. Dit product noemen we naar zijn ontdekker de Amadoriverbinding. De weg is nu geëffend voor een cascade aan chemische omzettingen, die we de Maillardreactie noemen naar de Franse biochemicus Louis Camille Maillard.

Omdat alles met elkaar in contact staat – uit-



Vleesachtige geurstoffen
Twaalf karakteristieke chemische verbindingen met een karakteristieke vleesgeur.

De snelle synthese gebeurt geheel geautomatiseerd. Een zogeheten syntheserobot kan de diverse mengsels van vrije aminozuren en suikers, zuurgraden en fosfaatconcentraties volgens een van tevoren geprogrammeerd schema variëren, evenals de reactietemperaturen en -tijden. Zo kunnen we alle mogelijke variabelen veranderen en alle mogelijke combinaties uitproberen.

De robot weegt de afzonderlijke poedervormige componenten af, doseert afgemeten oplossingen en homogeniseert die. Daarna vindt de eigenlijke reactie plaats. Op vastgestelde tijden neemt de robot monsters en vriest die snel in om de reactie af te zwakken. Een deel van de monsters dient voor sensorische evaluatie (ruiken) en een ander deel onderwerpen we aan een gaschromatografische analyse, een techniek die mengsels in componenten scheidt en analyseert.

De analyse realiseren we met een patroonherkenningstechniek. Terwijl de klassieke methode het gaschromatogram piek na piek onderzoekt en kwantificeert, bekijken we met patroonherkenning het totale chromatogram als een unieke 'afdruk' van de opgetreden reacties. Het gaschromatogram van een monster dat door onze syntheserobot is gemaakt, geeft dus een kenmerkend beeld te zien. Het is een vingerafdruk, die de hele geschiedenis van het experiment weerspiegelt. Moderne analysemethoden leveren binnen zes minuten een complete vingerafdruk. We gaan ervan uit dat alle aromaparameters in deze vingerafdruk zijn terug te vinden.

De vingerafdruk vertalen we langs wiskundige weg naar een model. De verkregen modellen slaan we in digitale vorm op samen met hun geschiedenis. Vervolgens onderzoeken we ze op hun overeenkomsten.

Voor mensen is het serie-onderzoek van honderden tot duizenden van zulke experimenten te veel. Daarom is de 'omweg' via wiskundig tastbare resultaten absoluut noodzakelijk. Het patroonherkenningssysteem leent zich hier uitstekend voor, omdat het alle gedigitaliseerde beelden van het gaschromatogram onderzoekt op hun onderlinge verwantschap.

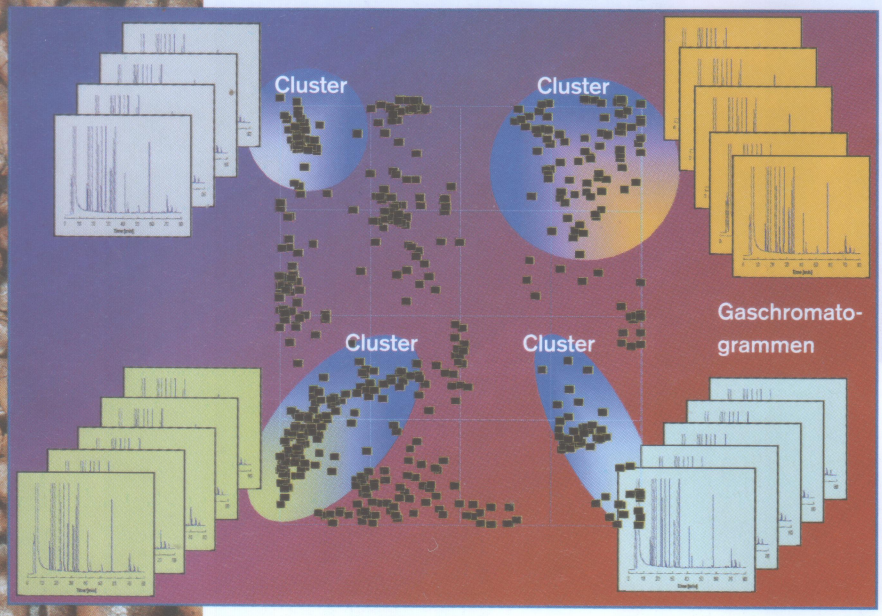
Dat levert kaarten op met 'eilanden van datapunten', waarbij elk datapunt staat voor een bepaalde familie van aromaboeketten (zie pag.54). We willen dat identieke experimenten ook identieke beelden opleveren en dat de consument de verwantschap tussen soortgelijke gaschromatogrammen en dus aromaboeketten waarneemt. Met een panel van proefpersonen hebben we aangetoond dat de consument dit ook doet. De panelleden onderscheiden inderdaad de verschillende aromaboeketten.

We hebben dus een grove machinale screening opgezet, die aan de ene kant voldoende nauwkeu-

gangsstoffen, tussenverbindingen en voorlopige eindproducten – volgt een enorm spectrum aan chemische reacties.

De vorming van zeer reactieve diketo-verbindingen, de afsplitsing van water, koolstofdioxide of ammoniak en de recombinatie van molecuulhelften die uit verschillende uitgangsstoffen zijn voortgekomen, leidt tot een enorm grote verscheidenheid aan moleculen. Het zijn de stoffen met een lage molecuulmassa, die meestal zeer vluchtig zijn, die het aroma van een bereid levensmiddel bepalen.

Een aroma bestaande uit twee of drie sleutelcomponenten zal de consument als kunstmatig en vlak ervaren. Pas het boeket met vele afzonderlijke componenten levert het geraffineerde aroma dat de zinnen prikkelt.



Clusteranalyse

Een syntheserobot kan alle mogelijke combinaties van grondstoffen en reactieparameters combineren. De reactieproducten kunnen we analyseren met een combinatie van gaschromatografie en patroonherkennigstechnieken. Met patroonherkenning bekijken we het totale chromatogram als een unieke 'vingerafdruk' van de opgetreden reacties. Een vingerafdruk van een enkel experiment kunnen we grafisch weergeven als een datapunt dat staat voor een bepaald aromaboeket. Eilanden van datapunten staan voor geurboeketten die sterk op elkaar lijken. De informatie van zo'n grafische weergave gebruiken we om te bepalen hoe we een gewenste geur het beste kunnen maken.

rig de geurwaarneming van de menselijke neus beschrijft en aan de andere kant de chemische samenstelling van de monsters goed weergeeft.

Geur op bestelling

Hoe komen we tot geur en smaak op bestelling? Aan de hand van de experimentele gegevens kunnen we de toe- of afname van bepaalde 'pieken' of verbindingen in het gaschromatogram bestuderen. We lezen ook verbanden af tussen bepaalde groepen van verbindingen. Verder kunnen we experimenteel opsporen wat we moeten veranderen om van een kiparoma een rosbiefaroma te maken. Reactieparameters zijn bijvoorbeeld molaire verhoudingen, tijd, druk en roersnelheid. Met statistische en mathematische algoritmen kunnen we uit de data wetmatigheden afleiden en direct invoeren in voorspellende scenario's.

Zo hebben we één doel bereikt: het voorspellen van de Maillard-reactie op grond van de ingangsparameters. Hoe meer experimentele gegevens we hebben, hoe nauwkeuriger we de natuurlijke samenstelling van het levensmiddel kennen en hoe beter we het kunnen imiteren.

We kunnen nog meer wegen inslaan. Een vingerafdruk levert per definitie een beeld van de totale samenstelling van het aromaboeket. Maar soms zijn we geïnteresseerd in één, duidelijk gedefinieerde verbinding uit zo'n boeket. Vooral als deze zo dominant aanwezig is dat hij het boeket overheerst. In de geur van te lang gebraden vlees, bijvoorbeeld, overheersen de pyrazinen. Dit euvel voorkomen we door korter en bij lagere temperatuur te braden. Er bestaan echter ook storende geurcomponenten die zich minder gemakkelijk laten oplossen. Hoe kunnen we voorkomen dat deze stoffen zich tijdens het Maillard-proces vormen?

De analytische route is als het zoeken naar een speld in een hooiberg. Daarom slaan we een derde weg in, die naast de sensorische evaluatie en de 'vingerafdruk-methode' volledig op de computer verloopt. Uitgaande van de omvangrijke literatuur over het Maillard-proces hebben wij handmatig de reactiemechanismen uitgezocht die ons het meest geschikt en aannemelijk leken. De reacties hebben wij in eerste instantie onder een gemeenschappelijke noemer bijeengebracht, totdat wij bij de 'elementaire stappen' zijn aanbeland. Deze elementaire stappen hebben we vervolgens naar een databank overgebracht, onder vermelding van de restricties.

Op basis van de reacties en de bijhorende reactietabellen schreven onderzoekers in Port Sunlight, één van de researchlabs van Unilever, een computerprogramma dat de synthese van Maillard-producten nabootst. Een simulatie, die een standaard computer in vijf tot tien minuten uitvoert, levert kaarten op die de reacties grafisch weergeven. Deze kaarten laten de chemicus bijvoorbeeld zien via welke reacties een stof is ontstaan.

Hiermee is de cirkel tussen echte en virtuele chemie rond. De werkelijk waargenomen eindproducten kunnen we afleiden uit onze gaschromatografische analyses (de vingerafdrukken) samen met informatie over wat zij bijdragen aan het aroma: of ze er diepte, authenticiteit en karakter aan geven en met welke stoffen ze samen voorkomen.

Wanneer we nu ontdekken dat er een bepaalde aromacomponent aan een productaroma ontbreekt of juist storend is – denk aan de pyrazinen in te lang gebraden vlees – dan kunnen we via computersimulatie de chemische vormingsmechanismen beïnvloeden. We kunnen dan de productieparameters zoals temperatuur, watergehalte of gehalte aan een bepaalde grondstof nauwkeurig instellen. Dit biedt mogelijkheden om producten te vervaardigen die veel beter op maat zijn gemaakt. ■

U heeft een passie voor techniek?

Dan moet u beslist kennismaken met *De Ingenieur technologietijdschrift*, of u nu ingenieur bent of niet. Als enige tijdschrift in Nederland en België gaat *De Ingenieur technologietijdschrift* van de eerste tot de laatste pagina over de wereld van de techniek. Het is géén vakblad, maar een helder tijdschrift, volledig in kleur, dat u iedere twee weken zal verbazen met een aangename mix van technische informatie en wetenswaardigheden. Met nieuws, trends, reportages, achtergronden, interviews en visies op onze technologische maatschappij. Kortom:

De Ingenieur technologietijdschrift is 100% techniek.

www.ingenieur.nl

Passie voor techniek?

Probeer gratis 2 nummers
(zonder verplichtingen)

Vul de bon in of bel 0(031)76-5733781

De Ingenieur
TECHNOLOGIETIJDSCHRIFT
Voor iedereen met een passie voor techniek

bon

Ja, ik wil De Ingenieur technologietijdschrift GRATIS proberen, twee nummers lang, zonder verplichtingen*

naam m/v

adres

postcode woonplaats

geboortedatum (belangrijk voor kortingen)

telefoonnummer

5 02 90 1 x 10
NT2 G

Knip deze bon uit en stuur in ongefrankeerde envelop naar: De Ingenieur,
Internationaal Antwoordnummer, C.C.R.I. Numéro 13568,
4130 ZX Vianen, Pays-Bas
Of: kopieer en fax naar **0(031)76-5712412**
Of: bel **0(031)76-5733781** of kijk op **www.ingenieur.nl**

* geldt alleen als u het afgelopen halfjaar geen gratis proefabonnement heeft aangevraagd

'40 - '49

Zeventig jaar Natuur & Techniek

We besteden verspreid over het jaar 2002 aandacht aan de berichtgeving in *Natuur & Techniek* gedurende die zeven decennia. Deze maand belichten we de jaren veertig.

Erick Vermeulen

De Tweede Wereldoorlog laat zijn sporen na op de jaargangen 1940-1949 van *Natuur & Techniek*. Op het meinummer 1940, uitgekomen pal voor de inval van Duitse troepen, prijkt de geschutskoepel van een Duits vliegtuig. Aandacht voor Duits onderzoek neemt daarna toe. Een enkele maal getuigt een illustratie van klein stil verzet, zoals het glas-in-loodraam met een portret van Willem van Oranje, waar de redactie ook een andere afbeelding had kunnen tonen.

Vreemde wetenschap komt nog volop voor in de jaren veertig, variërend van de 'mitogenetische straling' die delende cellen uitzenden tot wichelroeden en handlijnkunde. De oorlog leverde ook voer voor onderzoek, bijvoorbeeld naar de g-krachten die piloten kunnen weerstaan voordat ze bewusteloos raken.

Dr W.J.A. Schouten noemt in 1943 in het artikel 'De groote vlucht der electronenmicroscopie', met foto's van het A.E.G. Forschungsinstitut, Brüche en Johansson als bouwers van de eerste elektronenmicroscoop. Zes jaar later vermeldt ir J.B. Le Poole twee andere Duitse onderzoekers als uitvinders van de elektronenmicroscoop: de latere Nobelprijswinnaar Ernst Ruska en zijn collega dr Knoll.

Na de oorlog verandert het karakter van de artikelen. Chemische formules komen vaker voor, alsmede vele artikelen over transport en bouwkunde. Luchtfotografie, onder meer door de geallieerden, vormt een nieuwe bron van inspiratie. 1949 is het eerste jaar dat *Natuur & Techniek* in een klein, handzaam formaat verschijnt, met name vanwege de papierschaarste. Dat jaar besteedt het blad diverse malen aandacht aan de luchtbrug naar Berlijn. De Tweede Wereldoorlog is voorbij, de wederopbouw komt op gang en het atoomtijdperk kan beginnen.

1940

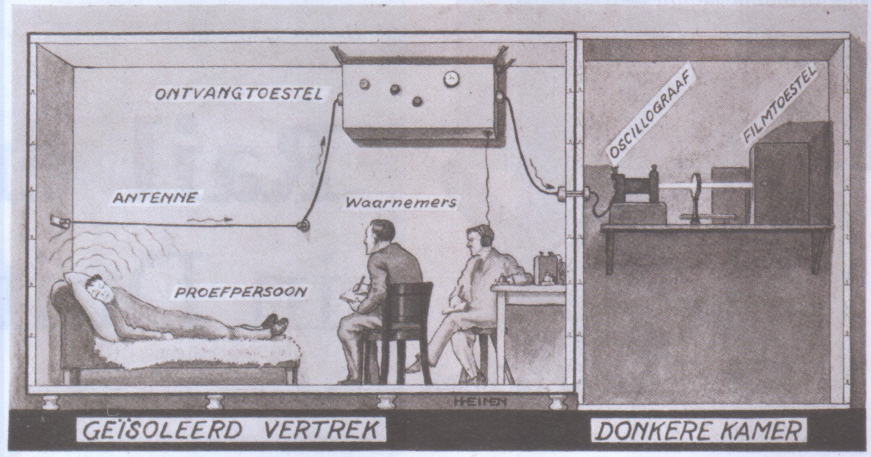
Hard metaal

"Volgens Amerikaansche berichten schijnen chemici in dat land een legeering samengesteld te hebben, die de hardheid van diamant benadert. Veel ervan is nog niet bekend, alleen, dat behalve koolstof titaan een belangrijken component vormt. Mogelijke toepassing verwacht men ervan in de staalindustrie."

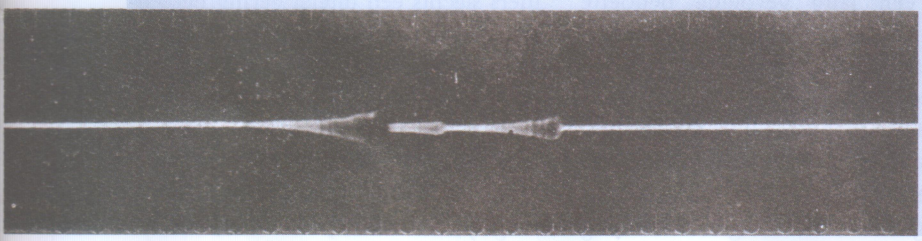
1940

Gefilmde gedachten

"Prof Cazzamalli bestudeerde hersenuitstralingen, waarover een artikel verschijnt in najaar 1940. Verrassend is dat het geïsoleerde vertrek, rustend op porceleinen blokken, met bladlood (!) wordt omgetoverd in een soort kooi van Faraday. Een antenne van koperdraad is verbonden met een oscillator met triodenlampen voor golflengten van ongeveer vijf meter tot zeventig centimeter."



"Schematische voorstelling van het arrangement bij de proeven."



"Filmbeeld van de hersentrilling bij een treinmachinist, wiens gemoedsrust plotseling verstoord werd door een verlangen naar een hem dierbaren."

1941

IJzer in het organisme

"Door behandeling in het cyclotron werd ijzer radioactief gemaakt. Kleine hoeveelheden daarvan werden aan het voer van twee koeien toegevoegd. Reeds na vijf minuten kon het radioactieve ijzer in de melk van de koeien worden aangetoond. Deze korte tijd was genoeg geweest om het ijzer van de ingewanden via lymph- en bloedvaten naar de melkafscheidende cellen van de uiers te brengen."

1942

Luchtalarm en suikerziekte

"Suikerzieken beweren dikwijls, dat hun ziekte door opwinding of psychische schokken zou zijn ontstaan of temminste daardoor erger zou zijn geworden. De ervaringen in een particuliere kliniek in Duitschland zijn in dit verband interessant. Bij de patiënten van deze kliniek, wier stofwisselingstoestand voortdurend nauwkeurig werd gecontroleerd, is niet de geringste invloed van nachtelijk luchtalarm op de bestaande ziekte vastgesteld kunnen worden."

1948

Muizenmelk een kostbaar product

"Nadat bekend was, dat bij muizen borstkanker kan worden opgewekt door injectie van melk van voor kanker gevoelige muizen, hoopte men, door onderzoek van de muizenmelk een kankerverwekkende stof te leren kennen.
Aan de Amerikaanse universiteit, waar dit onderzoek op touw gezet werd, kwam men tot de conclusie, dat de 3000 witte en zwarte muizen, waarover men beschikte per jaar samen niet meer dan 2 liter muizenmelk leveren, terwijl de kosten van dit muizenpark 20 000 dollar per jaar bedragen!"

1947

Super-filmcamera

"Voor het onderzoek van de benzine-lucht explosies in snellopende motoren is door een Amerikaans luchtvaart-research laboratorium een filmcamera ontwikkeld, die 40 000 tot 200 000 opnamen per sec kan maken. Als men bedenkt , dat de normale filmprojectie toestellen een snelheid van 24 beelden per sec hebben, ziet men in, dat door deze supercamera verschijnselen 9000-voudig vertraagd weergegeven kunnen worden."

MECHANISCH en OPTISCH INSTRUMENTMAKER
27 jaar, ervaren in alle precisiemetaalbewerkingen, momenteel als werkmeester werkzaam zijnde, met kennis van de Engelse en Duitse taal, wenst van betrekking te veranderen, liefst in plaats waar woonruimte voor echtpaar aanwezig is.
Br. onder no. N 54 bur. v. dit blad.

Dit artikel publiceerde
Natuur & Techniek
oorspronkelijk in april 1940

Door John S. Zodij

Rail en Weg in Duitschland

"... Verklaar ik, dat een en ander in een lang gevoelde behoefte voorziet!" Ge kunt deze phrase zoo vaak hooren, als ge maar wilt, in lange redevoeringen van heeren in onberispelijke avondkleeding, ter gelegenheid van een banket, de opening van een nieuwe brug, de inwijding van een schoolgebouw, of de ingebruikneming van een nieuw tankschip. Toch zijn er, als we dat eens goed nagaan, maar zoo weinig dingen, die werkelijk "in een lang gevoelde behoefte voorzien". De meeste nieuwe mogelijkheden eener moderne ontwikkeling brengen nieuw geschapen behoeften met zich mede. Ter verduidelijking hiervan een klein voorbeeld: men is allerwegen druk bezig met het thema volksauto in diverse variaties, al naar gelang van het land van herkomst. Heeft het volk, de groote massa, werkelijk behoefte aan het mechanisch vervoermiddel, dat wij de auto noemen? Of schept men hiermede een nieuwe behoefte? Wij voor ons gelooven eerlijk gezegd, dit laatste; immers slechts een uiterst gering percentage van de massa heeft werkelijk voor zijn dagelijksch brood behoefte aan een auto, en weer hiervan een gering percentage kan hem inderdaad betalen in aanschaffing, afschrijving en onderhoud. Hadden onze grootouders in hun jonge jaren behoefte aan radio, een hotelplan, een geruischloozen stofzuiger, een touringcar, een ijskast, een centrale verwarming?

Een dergelijke mijmering ging aan bovengenoemd onderwerp vooraf. Het Duitsche autosnelwegennet zou in een lang gevoelde behoefte voorzien. Dat dit land zich in enkele jaren tijds snelwegen heeft gebouwd, welke tot de mooiste en technisch meest volmaakte ter wereld behooren, mag genoeg bekend worden verondersteld. Het heeft dit natuurlijk niet zoo-maar-voor-de-aardigheid gedaan, omdat het zoo prettig was voor haastige automobilisten met een vaart van meer dan 100 km

Gestroomlijnde Duitsche Dieselautobus.

Latente behoefte

"Heeft het volk, de groote massa, werkelijk behoefte aan het mechanisch vervoermiddel, dat wij de auto noemen?" "Of," zo vervolgt John S. Zodij in april 1940, "...schept men hiermede een nieuwe behoefte?" Deze vraag is zelfs vandaag de dag nog lastig.

Een toekomstvoorspelling zegt wellicht meer over de tijd waarin de voorspelling is geschreven dan over de toekomst. Zodij schrijft geen 'sciencefiction', hij houdt het bij de directe toekomst. Zelfs die zag er nog geen maand later wezenlijk anders uit dan Zodij had kunnen voorzien. Nederland was in april 1940 neutraal en wilde dat graag zo houden. Vandaar misschien ook wel het voorzichtige taalgebruik van Zodij: "we zien in dat land [Duitsland]... ten gevolge van allerlei

Vrachtauto en autobus met aanhangwagen op den rijksautoweg Berlijn-München.

over 's Heeren wegen te racen. Neen, men heeft hiermede wel degelijk nieuwe behoeften geschapen. Er zaten achter deze gigantische projecten wel degelijk een aantal natuurlijke economisch-strategische belangen. Juist door deze wegen kon men het hoogste rendement trekken van een tot in de perfectie doorgevoerde leger-motorisatie en mechanisatie. Een ander systeem, het juist omgekeerde, volgde men in Rusland. Daar begon men eerst met de motorisatie van het leger en daarna met de reorganisatie van het wegennet ...

Iets anders is, dat de Duitsche autostrada in zekeren zin stimuleerend op het autoverkeer in den ruimsten zin des woords hebben gewerkt en dit is dan ook gemakkelijk te verklaren. Dit geldt niet alleen voor personenauto's, maar ook voor vrachtwagens en autobussen. Doordat de verbindingen beter, minder gecompliceerd worden, komt een steeds grooter wordende categorie er toe van de auto als vervoermiddel gebruik te maken. De voordeelen komen wel speciaal uit bij het nieuw aangelegde goederenverkeer, waarbij het kostbare en tijdroovende overladen niet meer noodig is. En zoo komen we bijna automatisch op het onderwerp van uitgang: rail en weg in Duitschland. We zien in dit land al verschillende jaren lang, tengevolge van allerlei omstandigheden, die we dagelijks in de dagbladen kunnen lezen, een sterk geforceerde bedrijvigheid, die een schijn-welvaart voor verschillende industrieele takken met zich bracht en de werkloosheid op de vlucht dreef. Hierin schuilen zekere sociale voordeelen, doch wij voor ons gelooven nu eenmaal niet, dat dergelijke van boven af gedicteerde oplevingen, werkelijk in staat zijn den kanker van onzen tijd uit te roeien.

Eén van de gevolgen was het sterk gestegen aanbod van ladingen bij de spoorwegen, welk aanbod al spoedig zoo groot was, dat hieraan slechts gedeeltelijk tegemoet gekomen kon worden. We zien dan ook de spoorwegen, zooveel dat maar eenigszins mogelijk is, vervoer van den spoorweg afschuiven, teneinde het railvervoer niet over te belasten.

Bijzonder interessant is het daarom eens na te gaan, hoe het autovervoer der spoorwegen zich gedurende het laatste jaar heeft ontwikkeld. Uit den aard van de zaak zijn de tendenzen zeer onduidelijk als gevolg van de politieke omstandigheden, waardoor men zich geen juist beeld van den normalen ontwikkelingsgang kan maken. Mede hierdoor en door het deviezengebrek en het feit, dat leger en buitenlandsche orders steeds den voorrang hebben, zien we de Duitsche industrie niet in staat aan de groote vraag naar nieuw materieel tegemoet te komen.

Het autovervoer langs de rijkswegen wordt in Duitschland door de Reichsbahn verzorgd; bovendien in het voormalige Oostenrijk door de Köb, een dochtermaatschappij van de Oostenrijksche Bondsspoorwegen, welke

Commentaar

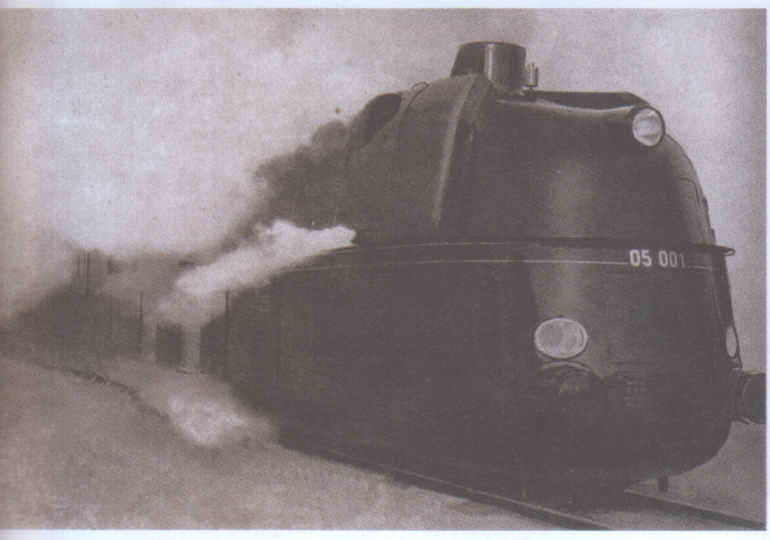
omstandigheden ... een sterk geforceerde bedrijvigheid...". De Nazi-oorlogsmachine is dan op volle sterkte en heeft vooral voor deze oorlogsinspanning het Autobahn-systeem laten ontwikkelen. Bovendien beloofde het regime een 'volkswagen', de latere 'kever'.

De oorlog had (ook) op het vlak van verkeer en vervoer grote gevolgen. In 1945 was de spoorwegen-infrastructuur verwoest en zeer veel spoormaterieel vernietigd, maar wel waren er vele (geallieerde) wegvoertuigen beschikbaar. Dit materieel kreeg snel een belangrijke taak in het vervoeren van goederen.

Direct na de oorlog begint de 'wederopbouw': een periode van grote saamhorigheid en gedrevenheid, waarin de normen en waarden van voor de oorlog nog zoveel mogelijk in ere werden gehouden. Dit uit zich ook in het mobiliteitsgedrag: verplaatsingsafstanden blijven beperkt (men werkt in de buurt, gaat naar plaatselijke cafés en kerken, maakt wandelingen in de omgeving), er wordt veel gefietst en vooral veel busvervoer gebruikt.

Zodij spreekt in 1940 nog over 'het volk, de groote massa', een min of meer eenvormig, gelijkdenkend geheel. Dit beeld houdt ook nog wel stand in de periode van wederopbouw.

De Tweede Wereldoorlog geeft de aanzet tot ingrijpende maatschappelijke veranderingen. Door onder andere de emancipatie van vrouwen en het groeiende zelfbewustzijn van individuen (vooral jongeren) valt de 'groote massa' van-



Sneltrein-locomotief met stroomlijn-bekleeding.

maatschappij tegenwoordig eveneens door de Reichsbahn is overgenomen. Typisch is, dat het autobusverkeer in de Oostmark sterker is ontwikkeld dan dit in Duitschland het geval is. Juist door de nieuw aangelegde autosnelwegen kon een zoo harmonisch mogelijke samenwerking tusschen de twee verkeersmiddelen tot stand komen en waren beide in staat het maximum rendement van elkanders voordeelen te trekken.

Langzame leveringen, groote vraag

Ten opzichte van het vorige jaar is het personenvervoer met autobussen met ruim 87% gestegen. Het aantal verbindingen breidde zich met 27 uit, waardoor in totaal 87 trajecten door autobussen bediend werden. Deze vrij sterke groei is niet alleen tot het verkeer over de autosnelwegen terug te brengen, doch voornamelijk een gevolg van de verhoogde activiteit der Duitsche industrie, de sterke vraag naar vakarbeiders, die vaak over groote afstanden naar hun werk moeten worden vervoerd, alsmede van de opening van nieuwe industrieën, buiten de steden gelegen zijn waardoor regelmatige diensten naar de nabijgelegen centra moesten worden geopend. Als voorbeeld hiervan noemen we de diensten naar de Hermann Goering-Werke, naar de Volksautofabriek in Fallersleben, naar de Daimler-Benz-fabrieken in Gaggenau, etc.

Het autobusnet in Oostenrijk was reeds enkele jaren in een zeer goeden staat; het materieel werd regelmatig gemoderniseerd en het net is practisch slechts met enkele kleinere trajecten uit te breiden. Er zijn in totaal 70 verschillende trajecten met een totale lengte van 2639 km. Dit jaar kwamen daar nog bij 18 nieuwe lijnen met een gezamenlijke lengte van 799 km. In het belang van de verdere ontwikkeling van het autobusverkeer was een voor het geheele rijk geldende nieuwe eenheidstariefpolitiek, terwijl eveneens uniforme dienstvoorschriften werden opgesteld. Op het oogenblik zijn onderhandelingen tusschen de Duitsche P.T.T. en de Spoorwegen gaande over nauwere afbakening van het terrein der post en dat der spoorwegautobussen. Een tijdje lang bereden P.T.T. en Reichsbahn verschillende trajecten gelijktijdig, hetgeen natuurlijk een oneconomische verspilling beteekende en tevens een vrij scheeve verhouding weergaf. Daar men het materieel en personeel wel voor andere doeleinden kan gebruiken, is men thans doende hieraan een einde te maken en zullen de autobussen der Spoorwegen waarschijnlijk voortaan ook post vervoeren.

Wat het materieel betreft, dit is over het algemeen zeer modern en voldoet aan de eischen, die de verwende reiziger kan stellen. Men heeft onlangs een groot aantal nieuwe 25-48-persoons bussen in dienst gesteld, welke bussen van Dieselmotoren voorzien zijn. In het bijzonder de Gaubschatzzüg, een bus met aanhangwagen schijnt over den langen afstand zeer te voldoen. Men zit er bijzonder ruim en heeft een fraai uitzicht door de splintervrije ruiten. Er zijn nog groote orders in bestelling, waarvan de aflevering zeer langzaam gaat, hetgeen de normale ontwikkeling weer bemoeilijkt.

Het goederenverkeer

Ook in het goederenverkeer speelt de auto een steeds belangrijker wordende rol. Ook hier hebben de nieuwe auto-

Commentaar

af begin jaren zestig als het ware uiteen. In de VS is de massamotorisering dan al op gang gekomen: door de oorlog was men bedreven geraakt in het tegen lage kosten in serie vervaardigen van complexe machines, zoals auto's. De forse economische groei in Nederland maakt het voor velen mogelijk een auto te kopen. Dit maakte een verdere individuele ontplooiing mogelijk en versterkte de tendens van individualisering.

Waar Zodij in 1940 nog stelt dat slechts een "gering percentage van de massa voor zijn dagelijksch brood behoefte heeft aan een auto, en weer hiervan een gering percentage hem inderdaad kan betalen ...", zijn er begin 2001 in Nederland ruim 6,3 miljoen personenauto's (CBS Statline, 2002).

Activiteiten buitenshuis

Zodij besteedt relatief veel aandacht aan het vrachtverkeer. Daar ziet hij het nut van in en hij gaat er dan ook van uit dat vooral vrachtverkeer het wegennet zal gaan benutten. De hedendaagse praktijk is anders, maar dat neemt niet weg dat vrachtverkeer over de weg inderdaad omvangrijk is geworden. De schaalsprong is enorm: waar Zodij nog spreekt van een aantal vrachtauto's in Duitsland van 2250, zijn er in dat land eind 2000 meer dan 2,5 miljoen (Statistisches Bundesamt Deutschland, januari 2002). In Nederland waren er begin 2001 ruim 183.000 vrachtvoertuigen (CBS Statline, 2002). Het maximum laadvermogen ligt momenteel rond de 35 ton, fors meer dan in 1940 mogelijk leek.

LEZERSSERVICE
NATUUR & TECHNIEK
opbergcassette

Ook in 2002 de nieuwste kennis op een rij

Opbergcassette 2002

U bent er inmiddels al aan gewend. Aan het begin van elk jaar maken wij de speciale opbergcassettes voor een complete jaargang *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine*. Samen met de index en de overzichtelijk opgeborgen nummers van *Natuur & Techniek* hebt u in een handomdraai het gezochte artikel weer in handen. Bovendien bouwt u zo een prachtig archief op over wetenschap en techniek.

Prijs € 12,95
(excl. € 3,50 verzendkosten)

Bestellen kan met de bestelbon achter in dit nummer of via de lezersservice
Tel: 0(031)76-5733770
Fax: 0(031)76-5712412
Uw bestelling nog sneller in huis én € 1,- korting op de verzendkosten?
Bestel via de website: **www.natutech.nl**

Opbergcassettes van eerdere jaargangen zijn nog beperkt leverbaar

snelwegen weer nieuwe mogelijkheden geschapen, waardoor goederen snel en zonder overladen van huis tot huis kunnen worden vervoerd, waaraan, zoowel kosten als tijdsbesparingen verbonden zijn. Men onderscheidt twee soorten vrachtvervoer, nl. het Nah- en Fernverkehr. Ook hier tracht men de spoorwegen zooveel mogelijk te ontlasten en een redelijke arbeidsverdeeling tot stand te brengen.

In den loop van het afgeloopen jaar steeg het aantal vrachtauto's inclusief de nog onuitgevoerde orders tot op 2250 stuks. Voornamelijk wagens van 5, 6,5 en 9,5 ton nuttige lading werden besteld. Aangezien de Duitsche industrie sterk overbelast is, heeft men de Oostenrijksche industrie hiervoor aan het werk gezet. Er zijn momenteel nog verschillende nieuwe, nog grootere typen in beproeving, waarvan we slechts noemen een soort autobustrein, bestaande uit een bus met 2 Dieselmotoren, die twee aanhangwagens trekt.

Op het oogenblik krijgen we slechts een onoverzichtelijk beeld van de Duitsche verkeerscoördinatie en het lijkt ons nog te voorbarig hieruit gevolgtrekkingen voor de nabije toekomst te maken. ■

Heeft die 'groote massa' er nu daadwerkelijk behoefte aan gehad? Verrassend genoeg is het gemiddeld aantal keer dat we een 'activiteit buitenshuis' ondernemen nauwelijks toegenomen in de laatste vijftig jaar! Wat ingrijpend veranderde, is het soort activiteiten, de variëteit daarin en de plaats waar die activiteiten plaatsvinden. We doen met elkaar tegenwoordig dus meer en andere dingen dan in 1940, en we doen het vooral ook op grotere onderlinge afstand.

Dit alles kon Zodij in 1940 niet voorzien. Er kon dus eigenlijk per definitie geen sprake zijn van een 'behoefte'. Tegenwoordig spreken we wel van een 'latente' behoefte: een behoefte die pas tot uiting komt zodra de mogelijkheden beschikbaar komen om aan die behoefte te voldoen.

In de afgelopen zestig jaar is die latente behoefte duidelijk tot uitdrukking gekomen. Door de massamotorisering kunnen we makkelijker woon-, werk- en andere activiteitenlocaties naar eigen, individuele voorkeur kiezen. We hebben een grotere vrijheid te gaan en staan waar we willen. En dat doen we dus ook.

Dr Arjan van Binsbergen
Managing Director
TRAIL Research School, Delft

De derde fase

Natuur & Techniek gaat dikwijls met me mee naar de collegezaal. Niet als leesvoer in een bijvak voor jonge aardwetenschappers, maar in het Hoger Onderwijs voor Ouderen, het zogenoemde HOVO. Sinds 1997 geef ik capitaselectacolleges in de natuurwetenschappen aan leeftijdsgenoten, 55-plussers dus. Dat is een doelgroep die zich niets wijs laat maken door een grijze hoogleraar. Als er tweeduizend jaar levenservaring in de collegebanken zit, moet je als docent permanent op je tenen lopen.

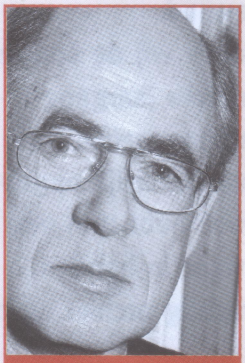
Relevant

Mijn cursisten leren me mijn wetenschappelijke verhaal in gewone taal te gieten. Een gepensioneerde timmerman uit Amsterdam viel me ooit midden in een lang betoog in de rede met: "Henk, we begrijpen best dat je heel geleerd bent, maar herhaal je argumenten nu eens in woorden die gewone mensen kunnen begrijpen."

En een cursiste in Nijmegen, die geduldig had geluisterd naar wat ik zei over de vliegsnelheid en het hartritme van de koolmees, reageerde ontnuchterend met: "Voor zijn eigen gevoel zal het wel niet zo hard gaan, anders zou hij het vermoedelijk niet doen." Wat kon ik toen anders zeggen dan: "Je hebt gelijk, maar ik moest zestig worden voordat ik begreep dat het relevant is."

Mijn cursisten vullen mijn colleges aan vanuit hun eigen levenservaring. Zo hield een gepensioneerde cardioloog, die eerst stilletjes op de achterste rij zat, een indrukwekkend kwartiertje cardiologiecollege, na een paar losse opmerkingen van mij over de prestaties van topsporters.

Kennisoverdracht aan leeftijdsgenoten, tevens lezers en potentiële lezers van Natuur & Techniek is leerzaam. Het moet en zal interactief zijn. Niet achter de computer op internet, maar oog in oog, in debat en in discussie. Ik heb gemerkt dat mijn cursisten zichzelf beschouwen als ervaringsdeskundigen, ook wanneer ze daar eigenlijk geen recht op hebben. Als docent kan ik 'het vlammetje in hun hart' ook alleen maar aanwakkeren als mijn leerlingen uit eigen ervaring meedenken – en vooral meepraten.



Soms stijgen ze daarbij boven zichzelf uit. Toen ik het toetsenbord van een piano had gebruikt om logaritmische schaalverdelingen toe te lichten, en een uitstapje maakte naar de logaritmische gevoeligheidskarakteristiek van onze zintuigen, zei een technicus plotseling: "Als je iemands zintuigen heel zachtjes aanspreekt gaan ze wijd open staan, maar als je ze overdondert, draaien ze zichzelf zo goed mogelijk dicht." Hij moest er van blozen, zo schrok hij van zijn eigen woorden.

Mijn cursisten beschouwen zichzelf als ervaringsdeskundigen, ook wannneer ze daar eigenlijk geen recht op hebben.

Het is dankbaar werk die HOVO-cursussen. Wat een geweldige doelgroep. In Engeland heet het U3A, University for the Third Age. Een mooiere naam kan ik niet bedenken: Colleges voor de Derde Levensfase.

Prof dr ir Henk Tennekes is hoogleraar meteorologie aan de Vrije Universiteit in Amsterdam

Stemmen voor de wetenschap

Woensdag 15 mei 2002 is het weer zover: de landelijke verkiezingen in Nederland. *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* zocht (concept)partijprogramma's af op het onderwerp wetenschappelijk onderzoek. Een simpel stemadvies blijkt niet mogelijk. De partijen zijn vrij eensgezind: meer geld voor fundamenteel onderzoek en meer ruimte voor jonge onderzoekers. Het wetenschapsbedje lijkt gespreid.

Astrid van de Graaf

"Ga in ieder geval stemmen", luidt het stemadvies van Hein Meijers, directeur Communicatie van de Nederlandse Organisatie van Wetenschappelijk Onderzoek (NWO). Hij volgt de politieke ontwikkelingen op de voet en gaat met een goed gevoel de komende verkiezingen in. "Alle partijen beseffen dat we moeten investeren in fundamenteel en strategisch onderzoek. Tenminste, als we de belofte willen waarmaken dat Nederland als kennissamenleving tot de top vijf van West-Europa blijft behoren en dus een rol kan blijven spelen in Europa."

ChristenUnie

Durf te kiezen voor normen

Aantrekkelijk loopbaanbeleid - Vanwege het ontbreken van goede toekomstmogelijkheden zien teveel jonge en getalenteerde wetenschappers zich gedwongen het onderzoek te verlaten. Daarom moeten de arbeidsvoorwaarden van beginnende wetenschappers sterk worden verbeterd.

Ethiek grotere rol - Wetenschappelijk onderzoek dient hand in hand te gaan met ethische bezinning op de grenzen van onderzoek en de toepassing daarvan. Binnen de universiteit moeten ethische commissies een grotere rol gaan spelen.

Dit besef is in vrijwel alle verkiezingsprogramma's terug te vinden, ook bij de kleinere partijen. Hier zie je hoogstens enkele accentverschuivingen als het onderzoeksgebieden zoals de biotechnologie betreft. Vooral christelijke partijen pleiten voor een ethische toetsing van dit onderzoek.

In de programmapunten over wetenschappelijk onderzoek zijn twee hoofdlijnen te onderscheiden. Er moet meer geld komen voor fundamenteel onderzoek om tegelijk de innovatiekracht van Nederland en de onafhankelijkheid van het onderzoek te waarborgen. Daarnaast moeten betere arbeidsvoorwaarden en meer toekomstperspectieven het beroep van onderzoeker aantrekkelijker maken, vooral voor vrouwelijke onderzoekers. In dit artikel is het onderwijs buiten beschouwing gelaten.

Voorlopig liggen de Nederlandse investeringen in onderzoek achter bij de ambities van de Europese Unie. In 2001 bedroeg de onderzoeksfinanciering 2,00% van het Bruto Binnenlands Product (BBP). Dit jaar naar schatting 1,96%. "De afgelopen jaren is het onderzoeksbudget van NWO (tweede geldstroom) ongeveer gelijk gebleven en dat van de universiteiten (eerste geldstroom) gedaald. Per saldo nam de financiering dus af", weet Meijers. Volgens hem moeten we ons spiegelen aan de 'kleinere' landen om ons heen, zoals

Samen voor de toekomst

Extra investeren - Om tot de wereldtop te behoren, moet extra geïnvesteerd worden in wetenschappelijk onderzoek en hoger onderwijs. Bij beoordeling moet de kwaliteit van de wetenschappelijke productie belangrijker worden dan de omvang.

Leerstoelen afschaffen - Er moeten meer jonge getalenteerde onderzoekers worden aangesteld met een beter carrièreperspectief. Het systeem van leerstoelen wordt afgeschaft, waardoor in beginsel elke wetenschappelijk medewerker hoogleraar kan worden.

Gedragscode - Door medefinanciering van het bedrijfsleven is de onafhankelijkheid onder druk komen te staan. Onderzoeksinstellingen moeten verplicht een gedragscode opstellen over extern gefinancierd onderzoek, om zo de wetenschappelijke onafhankelijkheid zichtbaar te waarborgen.

Zwitserland en Finland. "Tien jaar geleden was Finland nog een armoedig land, maar door onder andere veel te investeren in wetenschappelijk onderzoek, circa 2,5% van het BBP, is het nu een economisch stevige staat. Met deze ervaring achter de rug wil Finland dit percentage nog verder verhogen tot 3%."

Meer geld

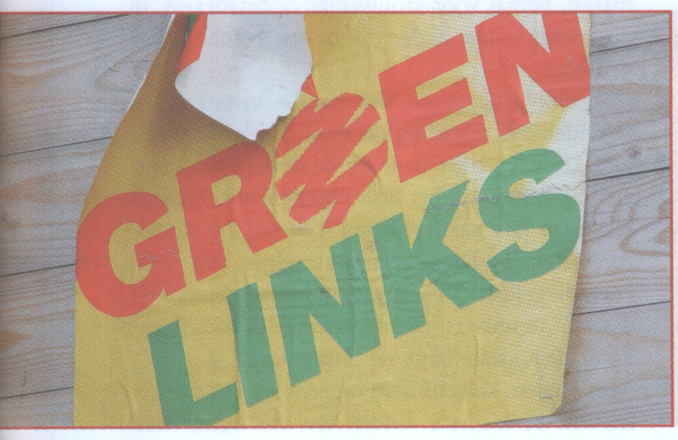
De partijen zijn enigszins terughoudend in het noemen van concrete cijfers, omdat de definitieve berekeningen van het Centraal Plan Bureau nog moesten verschijnen toen dit artikel werd geschreven. Dat er meer geld voor onderzoek moet komen, is echter voor iedereen zeker. Mariëtte Hamer (PvdA): "We willen de overheidsuitgaven voor wetenschappelijk onderzoek laten groeien naar het gemiddelde percentage van de vier grote lidstaten van Europa (circa 3% van het BBP, red.). Meer investeren in fundamenteel onderzoek is nodig om voorop te lopen en het kwaliteitspeil hoog te houden."

Ook het CDA wil meer middelen inzetten voor de financiering van fundamenteel onderzoek. Maria van der Hoeven (CDA): "De verschuiving naar marktgericht onderzoek brengt met zich mee dat de resultaten niet algemeen toegankelijk zijn, maar alleen bestemd zijn voor de financierende bedrijven. Door verhoging van publieke middelen kun je regelen dat de resultaten van fundamenteel onderzoek beschikbaar zijn voor iedereen."

Arno Visser van de programmacommissie van de VVD noemt een bedrag in de orde van een kleine honderd miljoen euro extra voor het wetenschappelijk onderzoek. Olof van der Gaag, voorlichter van GroenLinks, noemt een vergelijkbaar bedrag om meer fundamenteel en onafhankelijk onderzoek te ondersteunen.

Onafhankelijk

De meeste partijen willen de groeiende invloed van de marktwerking in het wetenschappelijk onderzoek stoppen. Het streven naar meer onafhankelijkheid is, volgens Hamer (PvdA), een rechtstreekse reactie op het ministerie van Economische Zaken dat vindt dat het onderzoek nog meer door het bedrijfsleven moeten worden aangestuurd. "Wij zijn er niet op tegen dat onderzoeksvragen in samenspraak met het bedrijfsleven of andere maatschappelijke organisaties worden geformuleerd, maar er hoeft niet gelijk een concreet product uit te komen. Er moet ook plaats zijn voor vernieuwing en innovatie en daar speelt fundamenteel en onafhankelijk onderzoek een erg belangrijke rol in."



Overvloed en onbehagen

Terugdringen vercommercialisering & vergroting eerste geldstroom - Mede door de financiële schaarste nam contractonderzoek een grote vlucht. Commercialisering van onderzoek en instellingen moet worden teruggedrongen door vergroting van de 'eerste geldstroom', door toezicht op de onafhankelijkheid (visitatiecommissies) en door verplichte melding van commerciële nevenactiviteiten van wetenschappers.

Aanpassing personeelsbeleid - Universiteiten en hogescholen moeten een personeelsbeleid gaan voeren dat diversiteit stimuleert, door instroom van jongeren, vrouwen en migranten.

Ruimte, respect & vooruitgang

Grensverleggend en internationaal - Fundamenteel wetenschappelijk onderzoek is investeren in kennis van de toekomst en dient grensverleggend te zijn. Een internationale invalshoek is nodig voor aansluiting bij ontwikkelingen in het buitenland. Het onderzoeksbudget van NWO dient voor tachtig procent langs deze lijnen te worden aangewend.

Ruimte voor creativiteit - De bureaucratische lasten staan bij onderzoek vaak niet in verhouding tot de opbrengsten. Er moet een einde komen aan deze papierwinkel en ruimte komen voor de creativiteit van (jonge) onderzoekers.

Verhoging rendement - Met publiek-private samenwerking wordt meer rendement gehaald uit de publieke middelen voor innovatie en onderzoek. Een kenniseconomie vraagt aandacht voor de kennisinfrastructuur, inclusief effectievere vormgeving van de tweede geldstroom.

De VVD ziet het anders: het bevorderen van samenwerking tussen universiteiten en bedrijfsleven blijft prioriteit. Het verwerven van opdrachten bij het bedrijfsleven is een belangrijke voorwaarde voor het verkrijgen van gelden. Visser (VVD): "In Amerika is dit heel gewoon, maar hier vergt het nog een kleine cultuurverandering. De samenwerking kunnen we stimuleren door regelgeving, maar per onderzoeksgebied of onderzoeksproject moeten we bekijken welk model het meest geschikt is."

GroenLinks vindt juist dat de onafhankelijkheid in het gedrang is gekomen door de grotere invloed van het bedrijfsleven. "Toegepast onderzoek is prima, zeker als het spin-off heeft naar fundamenteel onderzoek. Alleen de regels voor omgang met de derde geldstroom (uit het bedrijfsleven) moeten we aanscherpen. Het moet veel transparanter en er mag geen dwang achter de uitkomsten zitten", stelt Van der Gaag. "Daarnaast moet duidelijk zijn wie wat betaalt. Vaak blijkt dat dit derde-geldstroom-onderzoek verliesgevend is, zodat de universiteit het eigenlijk uit de eerste geldstroom subsidieert. Deze middelen zijn voor onderwijs en fundamenteel onderzoek bedoeld. Ook de huidige tweede geldstroom kent zijn belemmeringen, omdat de regel van cofinanciering de vrije ruimte van het besteedbare onderzoeksbudget beperkt. Daarom willen we juist meer geld voor specifiek fundamenteel onderzoek inzetten."

Dat de VVD bepleit dat de universiteiten zich nog meer moeten richten op het bedrijfsleven, ziet Meijers (NWO) niet als een ernstig obstakel. "Privatisering van het wetenschappelijk onderzoek is gewoon onzin", vindt hij. "De situatie met de spoorwegen is een duidelijk voorbeeld dat privatisering niet overal werkt. Wetenschap heeft een eigen dynamiek en motoriek en dit vergt een eigen benadering." Het bedrijfsleven heeft volgens hem voldoende vertrouwen in het zelfsturende vermogen van het onderzoek en de rol die NWO daarin speelt.

Het probleem van de vergrijzing op universiteiten komt ook overal terug. Hamers (PvdA) vindt dat er de afgelopen jaren al een goede slag is ge-

D66: Toekomst in eigen hand

Een vierde geldstroom - De bureaucratie moet verminderen en er moet meer zelfregulering en autonomie bij de universiteiten komen. De vrijheid van briljante onderzoekers moet vergroten door een vierde geldstroom van vrij besteedbaar budget rechtstreeks te geven aan onderzoeksgroepen die uitstekend hebben gepresteerd volgens de onderzoeksvisitatierapporten.

Verbetering rechtspositie - De rechtspositie, en daarmee de kansen, voor jonge succesvolle onderzoekers moet verbeteren. De stimuleringsmaatregelen voor de aanstelling van jonge topwetenschappers moeten worden uitgebreid naar universitaire (hoofd-)docenten. Dit zal ook een positieve invloed hebben op de positie van vrouwen in de wetenschap.

Samenwerking voorwaarde - Technologiespecifieke kenniscentra waarin universiteiten en het bedrijfsleven samenwerken, moeten als dé (digitale) knooppunten dienen voor ontwikkeling en toepassing van nieuwe technologieën. Dit is een voorwaarde bij de verdeling van de wetenschapsfondsen.

Leefbaar Nederland en Lijst Fortuyn

In het (beknopte) programma van Leefbaar Nederland staat geen informatie over gewenst beleid op het gebied van wetenschap.
Ook het conceptprogramma van de lijst Fortuyn geeft hierover geen informatie. Het boek van Fortuyn met het programma van de partij was nog niet beschikbaar bij het sluiten van dit nummer.

Betrokken samenleving, betrouwbare overheid

Extra middelen wetenschappelijk onderzoek - Nederland dreigt zijn vooraanstaande positie in de wetenschapswereld te verliezen. Daarom moeten er meer middelen naar onafhankelijk fundamenteel wetenschappelijk onderzoek en moeten de omstandigheden op universiteiten worden verbeterd. De beste wetenschappers verdienen meer ruimte voor onderzoek.

Aantrekken jonge wetenschappers - Daarbij moeten de inspanningen vooral gericht zijn op het aantrekken van jonge en vrouwelijke wetenschappers.

Eerste weg links

Halt aan vercommercialisering - De doorgeschoten verwevenheid van opdrachtgevers en wetenschappelijke onderzoekers moet worden teruggedrongen.

Meer onafhankelijk onderzoek - Voor onafhankelijk onderzoek dient de overheid meer middelen beschikbaar te stellen.

Vast dienstverband, verhoging salaris - Postdoctorale onderzoekers en assistenten in opleiding horen een vast dienstverband te krijgen. De salarissen van wetenschappelijk personeel moeten zodanig omhoog dat werken in het hoger onderwijs weer aantrekkelijk wordt.

maakt met een speciale regeling voor het aantrekken van jonge onderzoekers (de zogenoemde vernieuwingsimpuls): "Deze regeling moet wel blijven bestaan. Toponderzoekers moeten bovendien meer ruimte krijgen. Het huidige systeem kent te veel obstakels en de doorstroming wordt geremd doordat leerstoelen voor langere tijd bezet blijven. Daarom zijn we voor de afschaffing van het leerstoelensysteem en zien we meer in een flexibel model waarin een toponderzoeker verschillende teams om zich heen kan verzamelen."

Meer jongeren en vrouwen

De VVD maakt zich eveneens sterk voor de ondersteuning van jonge onderzoekers. "De wetenschappelijke bureaucratie gaat ten koste van de creativiteit. Een wetenschappelijk medewerker die al jaren meedraait, weet wel hoe het systeem werkt en hoe hij geld kan bemachtigen. Voor jonge onderzoekers is dat veel moeilijker, terwijl zij juist vernieuwende en innovatieve ideeën hebben", aldus Visser.

Van der Hoeven (CDA): "Ook vrouwen moeten meer ruimte krijgen om door te stromen. Dit kan door speciale fondsen, maar ook door de manier van beoordelen. Er is nu te veel oog voor de kwantiteit en te weinig voor de kwaliteit. Vrouwen zijn gedurende een bepaalde periode in hun leven minder actief door de zorgtaken. Ze krijgen wel een gelijkwaardige behandeling, maar hun positie is ongelijkwaardig. Het nettoresultaat is daardoor toch ongunstig."

GroenLinks vindt eveneens dat vrouwen zijn ondervertegenwoordigd. "Het gaat redelijk tot het niveau van universitair docent, maar daarna lopen ze tegen het 'glazen plafond'. Met de verhoging van de eerste geldstroom willen we ook meer ruimte bieden aan jonge onderzoekers, die in de voorgaande jaren geen plek hebben kunnen veroveren omdat vrij gekomen plaatsen vanwege bezuinigingen vaak niet werden opgevuld."

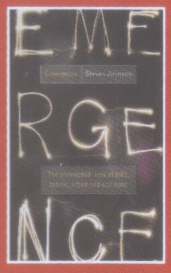
Meijers (NWO) ziet het als het een goed begin: "Er is natuurlijk veel meer geld nodig, maar uit ervaring zijn we wijs geworden. Je moet het geld namelijk wel kunnen besteden, ofwel: er moeten wel voldoende onderzoekers zijn om het uit te voeren."

Informatie

Internet
De verkiezingsprogramma's zijn te vinden via de websites van de verschillende partijen en www.nrc.nl/dossiers/Verkiezingsprogramma's

SGP: Tot Uw dienst

Beperking marktwerking - Aan een marktgerichte benadering van wetenschap kleven grote bezwaren. Kennis dient toegankelijk en controleerbaar te zijn. Daarnaast kan het wetenschappelijk onderzoek haar eigen oriëntatie kwijtraken. Dit betekent dat de overheid het fundamentele onderzoek niet aan marktpartijen kan overlaten. Marktwerking in het universitair onderzoek dient beperkt te blijven tot het toepassingsgericht onderzoek. De overheid dient er voor te waken dat de universiteit haar naam eer blijft aandoen door een duurzaam universeel kennisaanbod.



Zelf-organisatie
Hersenen, wereldsteden en moderne software
pagina 69

Water
Jaarlijks tien miljoen doden door water
pagina 69

Dierlijke trekken
Opgewonden wintersporters gemakkelijk verliefd
pagina 70

BOEKEN TOP 3 van Pim Martens
pagina 68

Scheltema's bestsellers
pagina 71

Galactisch inspecteur vindt aard-aapse primitiviteit

"Het instituut waar ik werk heeft geen bibliotheek. Niet nodig voor de wetenschap, zo vonden de amateurs die de dienst uitmaken in de bestuurlijke korsten waarmee de Universiteit is dichtgekoekt...U begrijpt dat ik blij was dat ik althans mijn hersens mocht behouden, maar toch voel ik mij alsof mijn ogen zijn uitgestoken." Een greep uit een van de gebundelde columns van astrofysicus Vincent Icke.

Natuurwetenschappen

Vincent Icke.
De eekhoornformule.

Amsterdam: Prometheus, 2001, € 17,95,
ISBN 9044600621

Het ideaal van de columnist verwoordt hij in het voorwoord: "In de krant van vandaag wordt morgen de vis verpakt. Stiekem hoop je dan toch dat de visboer af en toe 'Hè, getver' foetert, als zijn handel pardoes door het gat valt waar mijn stukkie stond, uitgeknipt door een lezer met meer trek in wetenschap dan in wijting. Leuker nog is het als de kat de kabeljauw kaapt, terwijl de kok staat te lezen in een nat en geurig stukje relativiteitstheorie."

'IJdele hoop', schrijft de columnist vervolgens in zijn voorwoord, vandaar de bundeling van zijn NRC Handelsblad-columns (tot januari 2001) in het boek *De eekhoornformule*. Leids hoogleraar astrofysica Vincent Icke giet zijn ideeën, meningen en verwondering in een originele verhaalvorm, origineler dan menig zogenaamd literair columnist doet. De astrofysicus geeft een kort college voor een achtjarige over het heelal dat bestaat uit deeltjes, ruimte en tijd. Elders vraagt hij zich af hoe je, aangespoeld op een onbewoond eiland – geen computer, laat staan internet in zicht – de maximale berghoogte op aarde kunt bepalen. In een 6 december-column rafelt hij de wetenschap van sinterklaaskado's uiteen.

Als galactisch inspecteur die planeet Aarde aandoet, verbaast hij zich over de alomtegenwoordige aard-aapse primitiviteit. Hij beveelt dan ook aan om de planeet over duizend aard-aapse jaren nog maar eens te bezoeken, in de hoop dat het er daar dan wat intelligenter aan toegaat.

Formule voor de mens

Dan is er nog de eekhoornformule, metafoor voor het idee dat we de hele levende en levenloze natuur kunnen begrijpen uit het gedrag van atomen. In een simpel rekensommetje laat Icke de beperkingen zien van deze reductionistische opvatting. "Een eekhoorn weegt een pond of daaromtrent, en bestaat net als wij grotendeels uit water. Een atoom zuurstof en twee waterstof, voor een gemiddelde deeltjesmassa van (16+2)/3=6 waterstof-eenheden. Een pond waterstof bevat $6 \cdot 10^{26}$ atomen, dus in een pond eekhoorn zitten 10^{26} atomen van diverse soorten: een 1 gevolgd door 26 nullen...Ja, de eekhoornformule bestaat, en er is er ook een voor de mens. Nee, er is niet de minste kans dat die ooit wordt opgelost, dus is het waanzin om te beweren dat biologie een vorm van natuurkunde is."

De kracht en schoonheid van natuurwetenschap zit onder andere in dit soort eenvoudige afschattingen, zonder meteen de ingewikkelde formulewinkel met hogere wiskunde of bruut computergeweld te willen oplossen. Aan de andere kant, zo beschrijft Icke ook, is de tijd voorbij dat de goedwillende amateur, zonder een gedegen wis- en natuurkundige achtergrond, een hemelbestormende nieuwe natuurkundige theorie tevoorschijn tovert.

Als columnist krijgt hij stapels post van romantici die hun theorieën over Het Heelal voorleggen, of "het probleem van $E=mc^2$ aansnijden, om tegen het eind te hebben 'bewezen' dat het $E=mc^3$ moet zijn, of zo." Dit type epistels richt zijn pijlen echter altijd op de theorie en nooit op de waarnemingen, schrijft Icke. Het gaat in de wetenschap om kleine stapjes die

behouden wat we al met grote zekerheid weten en aan de andere kant onopgeloste subproblemen op een nieuwe, inventieve manier proberen op te lossen.

WC-papier

Icke schrijft ironisch soms zelfs cynisch, maar altijd met een humoristische verpakking: "Neem een verse rol wc-papier. Wikkel die geheel af. Prop het papier in de brievenbus van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur & Wetenschappen. U hebt nu een kartonnen kokertje over. Daarmee kunt u de vraag beantwoorden: hoeveel sterren kan ik 's nachts zien?"

> 'Hé Hans, wat doet zo'n melkwegstelsel nou op de termijnbeurs?'

De astrofysicus toont naast het plezier van natuurwetenschap vooral veel verontwaardiging in zijn pennevruchten: over onzinnige planning van onderzoek; over domheid bij ministeries; over middelmatige onderwijsmethoden; over barbaren die spelling willen hervormen; over het feit dat niet elke sterveling houdt van nadenken met gezond verstand, laat staan van exacte wetenschap. Jammer dat die verontwaardiging vaak meer aandacht krijgt dan het plezier. Dat laat de lezer met net wat teveel ironie achter.

Het is bij die kruistocht tegen domheden goed te bedenken dat, of we het leuk vinden of niet, zeker veertig procent van de Nederlanders nooit iets over wetenschap leest. Het interesseert ze niets. Dat past netjes in ons evolutionaire verleden – toch weer wetenschap dus. Horoscopen worden grif gelezen, kruidenvrouwtjes druk bezocht en tarotkaarten gretig gelegd. Wetenschap is meedogenloos eerlijk, en dat kan ons brein soms moeilijk accepteren. Een optimistische astrologische boodschap – hoe onwetenschappelijk ook – kan de fragiele geest een opkikker geven. Wetenschap is daar te eerlijk voor. En dus worden horoscopen nog steeds gelezen.

Voor het voortbestaan van de soort op zich is kennis van wetenschap ook in het geheel niet nodig. Apen kunnen ook prima zonder wetenschap. De vroegste wijsgeren filosofeerden erop los zonder een experiment te doen. De proef op te som nemen vonden ze laagbijdegronds. De vraag of een paard tanden heeft, wilden deze denkers zuiver theoretisch beantwoorden, zittend onder de schaduw van een olijfboom. Het heeft verbazingwekkend lang geduurd voor onze soort de wetenschappelijke methode bedacht.

Het gros van de cafégesprekken gaat over relaties en menselijke beslommeringen, frustraties, blijdschappen en emoties. Wie probeert daar, al nippend van een glas wijn, iets wetenschappelijks over te zeggen stuit op ergernis en onbegrip. Wetenschappelijke analyse? Maar daar hebben we geen behoefte aan! We willen gewoon therapeutisch praten, zoals onze soort al eeuwen roddelt en keuvelt uit een hunkering naar begrip, aandacht en warmte, en als onderdeel van het sociale spel. Of, zoals Icke schrijft in de column Karakter: "De mens is een soort aap. Hij raakt niet uitgepraat over de auto van de buren (Waar doen ze het van?), uiterlijkheden (Zou hij kanker hebben?) en vooral over paringsgedrag (Doet zij het met hem?!)."

Een promovendus van hem kreeg op bruiloften en partijen te horen: "Hé Hans, wat doet zo'n melkwegstelsel nou op de termijnbeurs?" Uiteindelijk keerde Hans de wetenschap de rug toe. 'If you are so smart, why are you not rich', zeggen ze in de VS.

Icke realiseert zich de muur waar zijn verontwaardiging over deze of gene onbegrijpelijke beslissing telkens weer tegenop loopt. Maar wat valt eraan te doen? Meer dan de boodschap, de mening, het inzicht of het grote plezier van wetenschap aantrekkelijk en helder verpakken, en er desnoods een Trojaans paard van maken, kan een wetenschapper niet doen. Icke doet dat met verve en gelukkig ook met humor.

Bennie Mols

BOEKEN TOP 3

Dr Pim Martens (33)

Werkzaam: als milieugezondheidswetenschapper en directeur van het Global Assessment Centre van het International Centre for Integrative Studies (ICIS) in Maastricht. Hij werkte mee aan diverse rapporten van het International Panel on Climate Change (IPCC) en de Wereldgezondheidsorganisatie.

Werkterrein: de relatie tussen globalisering, milieuveranderingen en gezondheid. Hij won eind 2001 een Fulbright New Century Scholars Award. Deze beurs van $ 40.000 stelt hem in staat om samen met dertig toponderzoekers uit de hele wereld verder onderzoek te doen naar de gezondheidseffecten van mondialisering.

1 *Zeven jaar in Tibet* van Heinrich Harrer vind ik een meeslepend en ontroerend boek. Het geeft een mooie indruk van het dagelijkse leven in Tibet vóór de Chinese bezetting. Een bezoek aan Tibet staat nog steeds op mijn verlanglijstje, alhoewel het huidige Tibet nauwelijks te vergelijken zal zijn met het Tibet van Harrer.

2 Sinds ik een jaar geleden in Schotland ben geweest heb ik een aantal boeken uit de *Rebus-serie* van Ian Rankin gelezen. Spannende boeken over John Rebus, een politieman die teveel drinkt maar gedreven zijn werk uitvoert. De eenvoudige schrijfstijl en de spannende raadsels in de boeken spreken me erg aan.

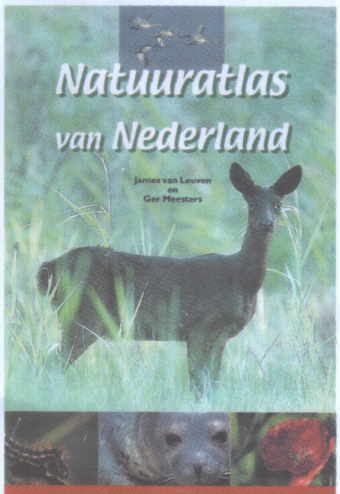
3 Tijs Goldschmidt schreef *Darwins Hofvijver*. Het boek beschrijft de ecologische ramp die zich voltrok toen door het uitzetten van nijlbaarzen in het Victoriameer de oorspronkelijke fauna verdween. Een duidelijke illustratie hoe ondoordacht handelen een ecosysteem ernstig verstoort en de levens van vele mensen ingrijpend verandert. Omdat ik zelf ook onderzoek verricht aan de rand van het Victoriameer in Kenia, spreekt het boek me des te meer aan.

Hollands landschap

Na de laatste IJstijd kenmerkte het Nederlandse landschap zich door water en bos, moerassen en uitgestrekte hoogveengebieden. Sindsdien heeft de mens diepgaand in het landschap ingegrepen.

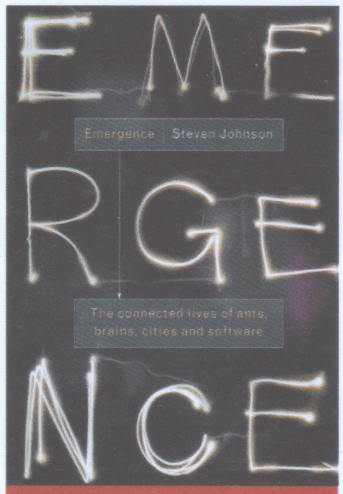
De *Natuuratlas van Nederland* beschrijft in woord en vooral beeld de diverse landschapstypen die Nederland rijk is: van berg- en dallandschap tot duinlandschap, van zeekleilandschap tot veenlandschap. Aan bod komen de constanten en variabelen van de diverse typen, de invloed van de bewoners en de overgang van natuur- naar cultuurlandschap. Ook is er aandacht voor de negentien Nederlandse nationale parken. Een groot aantal foto's toont de flora en fauna van de besproken landschappen. Jammer dat bij veel foto's ontbreekt waar deze werden gemaakt.

Bennie Mols



James van Leuven en Ger Meesters.

Natuuratlas van Nederland. Atrium, 2001, € 18,15, ISBN 9061139309



Steven Johnson. **Emergence.**

Londen: The Penguin Press, 2001, 288 pag., £14,99, ISBN 0713994002.

Mieren en mensen

Hoe weet een ei hoe het een kip moet 'bouwen'?". Deze prikkelende vraag stelt Steven Johnson zich in *Emergence*. Het antwoord is tevens het toverwoord waar het hele boek om draait: zelforganisatie. Johnson vertelt op energieke wijze over de eerste celdelingen die het leven markeren, over de verbonden levens van mieren, maar ook over onze eigen hersenen, wereldsteden en moderne software. Hoe verschillend ze ook mogen lijken, elk van deze systemen vormt een voorbeeld van zelforganisatie. Zo'n systeem lost problemen niet op door een enkele intelligente 'bestuurder' de zaken te laten regelen, maar door grote aantallen betrekkelijk domme elementen aan de hand van simpele regels te laten samenwerken. Dit leidt tot intrigerende oplossingen, waardoor de lezer al snel door verwondering wordt gegrepen.

Elke dag lopen we tal van zelforganiserende systemen tegen het lijf. Sterker nog, we maken er zelf onderdeel van uit. "Des te verbazingwekkender is het," zo stelt Johnson, "hoe moeilijk het voor mensen is om in termen van collectieve fenomenen te denken."

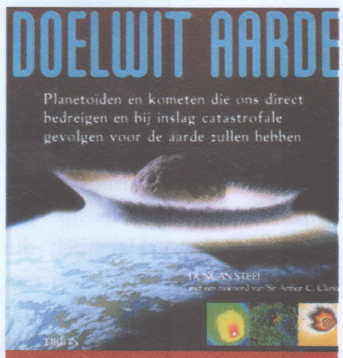
Mirjam Leunissen

Dreiging uit de ruimte

De aarde is een doelwit in een hemelse schietbaan." Die boodschap draagt de Engelse astronoom Duncan Steel op overtuigende wijze uit in *Doelwit aarde*. Door het heelal bewegen tal van planetoïden en kometen die ons direct bedreigen. Steel: "Als je bewijzen wilt verzamelen over inslagkraters hoef je niet ver te zoeken. Ga op een heldere nacht met een goede verrekijker naar buiten en kijk naar de maan."

Recent onderzoek toont dan ook aan dat de aarde vroeg of laat onvermijdelijk met een catastrofale inslag te maken krijgt. Maar het rijk geïllustreerde boek biedt zeker meer dan enkel een beangstigende boodschap. Het informeert de lezer over de oorsprong van planetoïden en kometen, de banen die ze volgen en de inslagkraters die ze in het verleden op aarde veroorzaakten. Voor eenieder die zich afvraagt of de mensheid dezelfde ondergang tegemoet gaat als de dinosauriërs, luidt het geruststellende antwoord dat het met moderne middelen wel degelijk mogelijk is de aarde te beschermen tegen dodelijk ruimtepuin. Maar dan moeten we daar wel in willen investeren.

Mirjam Leunissen



Duncan Steel. **Doelwit aarde.**

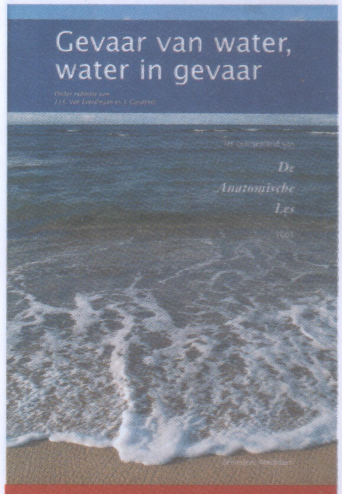
Baarn: Tirion Uitgevers B.V., 2001, 160 pag., € 22, 50, ISBN 9043901881.

De essentie van water

Water beslaat meer dan zeventig procent van het aardoppervlak en ook de mens bestaat grotendeels uit deze vloeistof. *Gevaar van water, water in gevaar* belicht de essentiële rol die water op aarde speelt. Het is een uitgave ter gelegenheid van De Anatomische Les 2001, een jaarlijkse lezing georganiseerd door het Academisch Medisch Centrum en de Volkskrant.

Prominente wetenschappers vertellen onder andere over water als de geboorteplaats van het leven, als bron van dodelijke infecties en als kiem van oorlogen. De vlot leesbare hoofdstukken bestrijken alle niveaus, van de kleinschalige waterhuishouding in het menselijk lichaam tot waterstromen op wereldschaal. Het boek maakt de lezer duidelijk dat er zonder water geen leven is, maar dat water soms ook gevaarlijk is voor de mens en de mens voor het water. Zo is het "niet overdreven te stellen dat van de ruim vijftig miljoen mondiaal geregistreerde doden per jaar, er ruim tien miljoen te wijten zijn aan water."

Mirjam Leunissen



J.J.E. van Everdingen en J. Goudsmit (ed.). **Gevaar van water, water in gevaar.**

Alphen aan den Rijn: Belvédère/Medidact, 2001, 204 pag., € 23,- , ISBN 9071736210.

Ruud Jeurissen en
Leon van den Broek.
Spelen met gehele getallen.

Utrecht: Epsilon Uitgaven, 2001, 56 pag., € 8, ISBN 9050410723

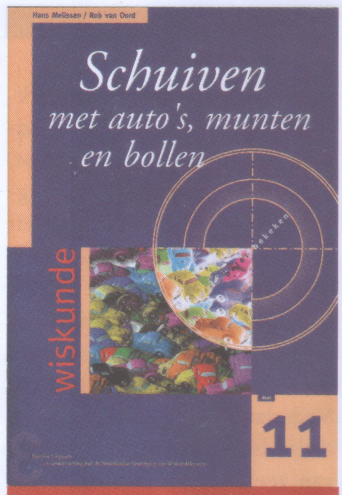
Optimaal stapelen

Hoeveel sinaasappels passen er in een kist en hoe krijg je zoveel mogelijk glazen op een dienblad? En wat hebben springende kikkers met rollende biljartballen te maken? *Schuiven met auto's, munten en bollen* leert de lezer hoe hij meetkundige voorwerpen optimaal kan rangschikken. Door te experimenteren en te rekenen, kun je laten zien wat de beste oplossing is.

De Grootste Gemene Deler en de Kleinste Gemene Deler – gehele getallen – spelen de hoofdrol in het boekje *Spelen met gehele getallen*. Niet alleen krijgt de lezer meer inzicht in gehele getallen, maar hij ontfutselt ook met bijvoorbeeld biljartballen de geheimen van het gehele getallensysteem.

Net als de eerdere boekjes uit de Epsilon-reeks zijn deze twee nieuwe uitgaven bedoeld voor de vwo-bovenbouw en voor iedereen met belangstelling voor de wiskunde. De lezer kan zich wapenen met de stelling van Pythagoras, een set biljartballen, een dosis gezond verstand en hij kan meepuzzelen: wiskunde is zo moeilijk niet!

Frédérique Melman

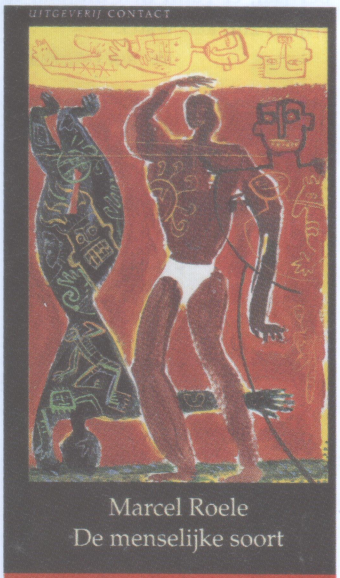


Hans Melissen en
Rob van Oord.
Schuiven met auto's, munten en bollen.

Utrecht: Epsilon Uitgaven, 2001, 46 pag., € 8, ISBN 9050410731

De eigenaardige mens

De mens volgt al vijf miljoen jaar zijn eigen evolutionaire weg, maar vertoont desondanks trekjes die andere dieren ook hebben. Zo zijn "onze jongens niet de enige apen die een roerige puberteit kennen." Marcel Roele schrijft in het *Algemeen Dagblad* over de eigenaardigheden van de mens, maar ook over onze overeenkomsten met andere diersoorten. *De menselijke soort* is een bundeling van zijn beste stukken van de afgelopen twee jaar.



"De amygdala, het hersendeel dat in actie komt wanneer we gevaarlijke dingen doen, maakt ons bang met dezelfde stofjes die bij verliefdheid vrijkomen. Na het skiën is de angst weg, maar blijven de chemicaliën nog even actief. De opgewonden wintersporters worden makkelijk verliefd, bijvoorbeeld op de skileraar."

Roele biedt op humoristische wijze voor allerlei menselijke gedragingen de verklaringen die we al zo lang zochten, maar niet konden grijpen. De stukken zijn ontnuchterend en tegelijkertijd een feest van herkenning, waarbij de lezer een glimlach vaak niet kan onderdrukken.

Mirjam Leunissen

Marcel Roele.
De menselijke soort.

Amsterdam: Contact, 2002, 127 pag., € 11,35, ISBN 9025416853.

Lofzang en hartenkreet

Het groene hart is het oude, uit de middeleeuwen stammend polderland dat ligt tussen de grote steden Utrecht, Amsterdam, Den Haag en Rotterdam. Je vindt er weilanden, vaarten, meertjes en oude stadjes. Het is de tuin van de Randstad; een tuin met koeien, kikkers en weidevogels, met dijken en molens. Fotograaf Martin Kers en schrijver/journalist Herman Vuijsje portetteren Neerlands kleine groene hartje.

"Groen als je hart. Het blauw van boerinnenschorten. Het geel van de bus aan de overkant. GPV-verkiezingsplakkaten in vrolijk oranje. De rechtschapen gevels bekoren in hun opsmukloze pracht; de drie linden, streng gesnoeid ervoor. Op de dijken fietsen kinderkonvooien op weg naar school, eerst de jongens-, dan de meisjesgroepjes", schrijft Vuijsje. Hij bezingt de schoonheid maar uit tevens zijn bezorgdheid over de bedreigingen.

Fotograaf Martin Kers heeft het groene hart in prachtige landschapsbeelden vastgelegd: polders, knotwilgen, futen, aalscholvers. Ook toont hij ons veelzeggende details. De boerenhoeve 'Eenzaamheid' bijvoorbeeld, of een verkeersbord dat een doorrijhoogte van 2,3 meter aangeeft 'bij draaiende molenwieken', of het bordje 'Lawaai! Snelheid! Overlast! Wilt u volgend jaar hier ook nog rijden? Rij dan niet in groepen en pas uw snelheid aan!'.

Bennie Mols

Martin Kers en Herman Vuijsje.
Het groene hart.

Wormer: Immerc bv., 2001, ISBN 9066112778

Scheltema's Exacte wetenschappen Top 10

Deze top 10 is gebaseerd op de verkoopcijfers van boekhandel Scheltema, Koningsplein 20, 1017 BB Amsterdam (scheltema@scheltema.nl).

1 (2) **Waarom het leven sneller gaat als je ouder wordt** Douwe Draaisma
Historische Uitgeverij, 2001, 285 pag., geb., € 22,95,
ISBN 9065544704

2 (1) **Het Universum** Stephen Hawking
Bert Bakker, 2001, 224 pag., geb., € 27,00,
ISBN 9035123646

3 (4) **De eekhoornformule – Over weten en wetenschap** Vincent Icke
Prometheus, 2001, 178 pag., pbk., € 17,95,
ISBN 9044600621

4 (-) **Een schitterend brein – Een biografie van John Forbes Nash jr** Sylvia Nasar
De Bezige Bij, 2000, 459 pag., pbk., € 14,75,
ISBN 9023439066

5 (5) **E=mc ^{2} – De biografie van de formule die de wereld veranderde** David Bodanis
Ambo, 2001, 348 pag., pbk., € 27,00, ISBN 9026316186

6 (3) **Oom Wolfraam en mijn chemische jeugd** Oliver Sacks
Meulenhoff, 2001, 311 pag., pbk., € 19,50,
ISBN 902906871x

7 (9) **The Skeptical Environmentalist – Measuring the Real State of the World** Bjorn Lomborg
Cambridge, 2001, 515 pag., pbk., € 35,51,
ISBN 0521010683

8 (7) **De kosmische symfonie – Supersnaren, verborgen dimensies & de zoektocht naar de Theorie van Alles** Brian Greene
De Arbeiderspers, 2001, 476 pag., geb., € 31,30,-
ISBN 9029521996

9 (-) **Global Brain – The Evolution of Mass Mind from the Big Bang to the 21st Century** Howard Bloom
John Wiley, 2000, 370 pag., pbk., € 26,95,
ISBN 0471419192

10 (6) **Sterrengids 2002** Mat Drummen en Jean Meeus
Stichting 'De Koepel', 2001, 176 pag., pbk., € 23,51,
ISBN 906638039x

LEZERSSERVICE
NATUUR & TECHNIEK
c d - r o m

De nieuwe editie uitgebreid met de jaargangen 2000 en 2001

Minimale systeemeisen
PC-486, 8 MB intern geheugen
Windows 3.1(1)/95/NT/98/2000/XP
VGA-scherm, 256 kleuren, 600 x 480 pixels,
2x cd-romspeler

12 jaargangen van Natuur & Techniek op cd-rom

HET DIGITALE ARCHIEF IV

In de nieuwste versie van *Het Digitale Archief* vindt u een ruime selectie artikelen, foto's, schema's en tabellen uit de jaargangen van *Natuur & Techniek* van 1990 tot en met 2001. Met *Het Digitale Archief* haalt u méér uit *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine.*

Geavanceerd zoeksysteem • Kruisverwijzingen en internetadressen • Samenvattingen van de artikelen

Prijs € 57,95
update deel I, II of III € 36,-
(excl. € 3,50 verzendkosten)

Bestellen kan met de bestelbon achter in dit nummer of via de lezersservice, tel: 0(031)76-5733770
Uw bestelling nog sneller in huis én € 1,- korting op de verzendkosten? Bestel via de website: **www.natutech.nl**

Irving Langmuir

De Amerikaanse chemicus Irving Langmuir, geboren in 1881, was een zeer succesvol en veelzijdig wetenschapper. In 1932 won hij de Nobelprijs voor de scheikunde. Er staan 63 patenten op zijn naam en hij is de uitvinder van zowel de hoog-vacuüm elektronenbuis als de gasgevulde gloeilamp. Bovendien formuleerde hij richtlijnen om pseudo-wetenschap te ontmaskeren.

Biografie met foto's:
www.geocities.com/bioelectrochemistry/langmuir.htm

Nobelprijs:
www.nobel.se/chemistry/laureates/1932/langmuir-bio.html

Ontwikkeling gasgevulde gloeilamp:
www.frognet.net/~ejcov/gasfilled.html

Langmuir onderzocht de kunstmatige opwekking van regen:
www.nmt.edu/mainpage/storms/chap3.html

Symptomen van pseudo-wetenschap:
www.baskeptics.org
www.catchpenny.org/patho.html

Stichting Skepsis onderzoekt buitengewone beweringen:
www.skepsis.nl

En voor de goedgelovige liefhebber een uitgebreide verzameling pseudo-wetenschappelijke artikelen:
physics.syr.edu/courses/modules/PSEUDO/pseudo_main.html

Mirjam Leuhissen

Zet zelf een evolutie in gang

Evolutie bestaat niet alleen in de echte wereld. Er is ook een digitale wereld waar planteneters en vleeseters vechten om hun bestaan. Met een beetje programmeerkennis kan je bovendien je eigen wereld creëren.

Sinds twee weken loopt er een N&T-dier rond in de TechnoSphere, een 3D-wereld op internet. De redactie werd even 'god' en schiep een vleeseter van 1 meter lang met een topsnelheid van 33 kilometer per uur. Ons schepsel zal maximaal drie maanden leven en zich wellicht voortplanten, maar de kans is groot dat hij eerder wordt opgegeten of van de honger sterft.

Er zijn al meer dan twee miljoen dieren gestorven in de ongeveer tweeëneenhalf jaar dat TechnoSphere bestaat (iets meer dan tien jaar in TechnoSphere-tijd). Iedereen kan beesten scheppen in deze digitale wereld door ze samen te stellen uit een rompje, een hoofd, benen (of liever gezegd wielen) en ogen. De dieren zoeken eten, vechten, paren en zorgen voor nakomelingen die evolueren en zich aanpassen aan hun omgeving. Via e-mail blijft de schepper op de hoogte van zijn creaties.

Het is mooi om de vorderingen van je eigen dier te volgen op de site, maar het leek ons nog aardiger als we zelf een hele evolutie konden opstarten. Evolutiebioloog Richard Dawkins, bekend van zijn boeken *The blind watchmaker* en *The selfish gene*, is een van de eersten die een dergelijk programma ontwikkelde. Op internet zijn versies verkrijgbaar om te experimenteren met zijn 'biomorphs', boom- en insectachtige constructies, die via mutaties zorgen voor steeds nieuw nageslacht. Door te selecteren op vorm kan je bijvoorbeeld een vogel- of kikkervorm laten ontwikkelen na een paar generaties.

Natutechie, een virtuele vleeseter van 1 meter lang met een topsnelheid van 33 kilometer per uur.

Cijfercode

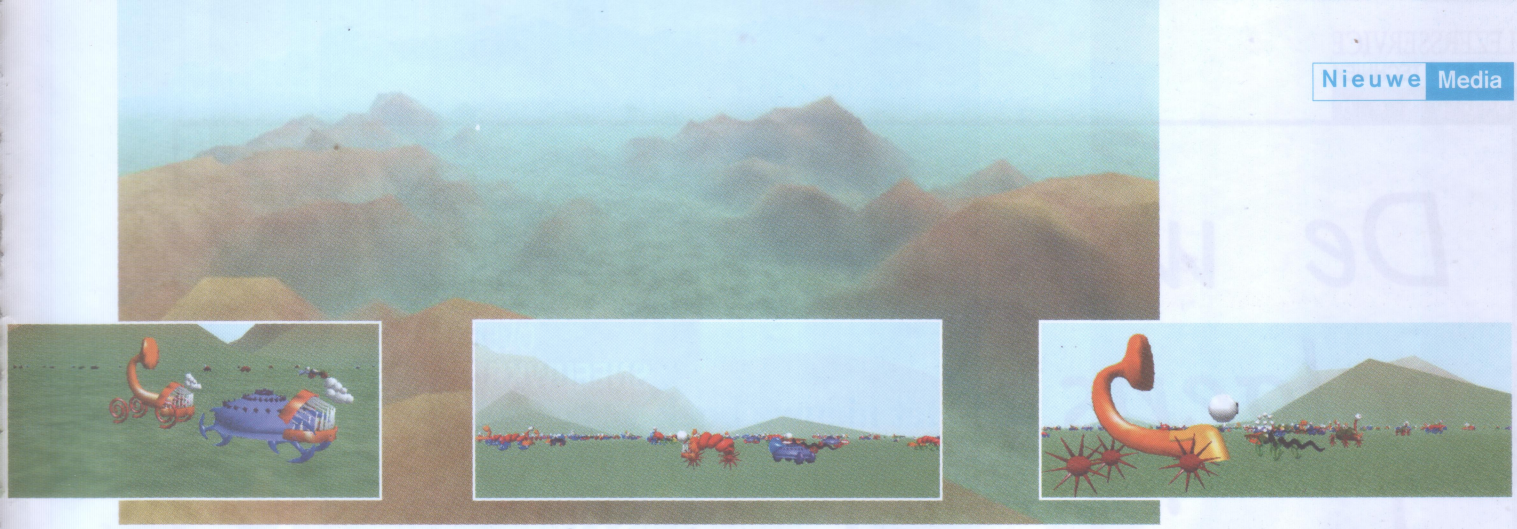
Om zelf een evolutieprogramma te schrijven is wel een beetje programmeerkennis nodig. De basis ligt in genetische algoritmen, die ook gebruikt worden voor het oplossen van complexe problemen. Het systeem leert dan als het ware wat de beste oplossing is door verschillende mogelijkheden met elkaar te laten concurreren. De oplossingen die het best voldoen, worden een klein beetje veranderd waarna de resultaten opnieuw met elkaar de concurrentie aangaan. Het bedenken van de selectiecriteria is de beslissende stap, want die criteria bepalen welke oplossing 'overleeft'.

Eerst stellen we een 'array' samen, een rij van bijvoorbeeld honderd getallen die elk staan voor één karakteristiek van een oplossing of – in ons geval – één eigenschap van onze beesten. Zo staat het eerste getal bijvoorbeeld voor de omvang van het lichaam, het tweede getal voor de lengte van de nek, het derde voor het aantal poten enzovoort. Een willekeurige rij cijfers kan zo geïnterpreteerd worden als beest.

Voor onze wereld stellen we honderd van deze dieren samen, die ieder dus zijn omschreven met een cijfercode van honderd getallen. We stellen een programma op waarbij elke keer willekeurig een aantal getallen worden gewijzigd in de code van onze beesten. Elke stap leidt tot een nieuwe generatie. Zo wordt bijvoorbeeld bij het zevende getal één opgeteld en bij het veertigste getal één afgetrokken. Deze mutaties zorgen dat elke volgende generatie beesten iets verschilt van de vorige.

Survival of the fittest

Nu moeten we selectiecriteria ontwerpen, die bepalen welke dieren overleven. Hier moeten we onze fantasie aanspreken. In onze wereld hangt bijvoorbeeld het voedsel hoog in de bomen en is een lange nek dus een groot voordeel – wij houden van giraffen. Ook 'niet makkelijk omvallen' (stabiliteit) kan een voordeel betekenen. Zo krijgt elke eigenschap een waarde waar-



uit de overlevingskans van een individu is af te leiden.

Met deze criteria selecteren we twintig van onze schepsels die het best zijn aangepast aan onze virtuele omgeving, we zorgen voor 'survival of the fittest'. Zij zijn het uitgangspunt voor een volgende generatie. Samen zorgen zij voor honderd nieuwe nakomelingen.

Op deze manier evolueren onze wezens gestaag, maar wel langzaam. Het gaat veel sneller als we ook geslachtelijke voortplanting invoeren: de twintig overlevenden van een generatie vormen tien ouderparen. Elke ouder geeft een deel van zijn code door. Dat kan fifty-fifty, maar het is ook mogelijk dat de 'vader' tien getallen doorgeeft en de 'moeder' negentig, of andersom. Een randomgenerator kan weer dienst doen om te bepalen hoeveel nageslacht elk ouderpaar heeft.

Het is natuurlijk het mooist als we de dieren ook echt in beeld kunnen brengen, zodat de generaties aan ons voorbijtrekken. Er zijn heel wat voorbeelden op het internet te bekijken. We kunnen onze eigen cijferreeksen ook omzetten in beestjes op papier.

Om de hoeveelheid werk enigszins binnen de perken te houden, gaan we daarbij uit van iets minder variabelen. We nemen codes van vijf cijfers. We gaan er bijvoorbeeld van uit dat onze schepsels een rond hoofd en lichaam hebben van variabele omvang, een variabel aantal benen en een variabele lengte voor benen en nek. Dan staat de code 1-2-3-4-5 voor een beest met een hoofd van één centimeter doorsnee, een lichaam van twee centimeter doorsnee, drie poten, die vier centimeter lang zijn en een nek van vijf centimeter lengte. En 1-4-4-2-3 is waarschijnlijk een wat stabielere mini-giraffe.

Sanne Deurloo

Creëer je eigen dier in TechnoSphere:
www.technosphere.org.uk/index.htm

Dawkins evolutie:
www.world-of-dawkins.com/Dawkins/Work/Software/software.htm

www.hedweb.com/biomorph/biomorph.htm

alife.fusebox.com/morph_lab.html

www.math.ruu.nl/people/beukers/dawkins/dawkins.html

Seksuele evolutie:
lslwww.epfl.ch/~moshes/biomorphs/evolution.html

Met dank aan Eke van Batenburg, hoogleraar theoretische biologie, Universiteit Leiden.

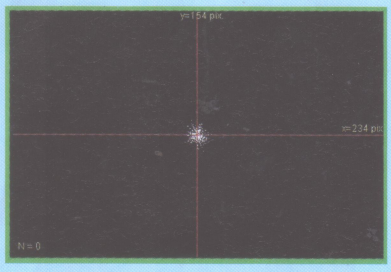
Gouden Boontje

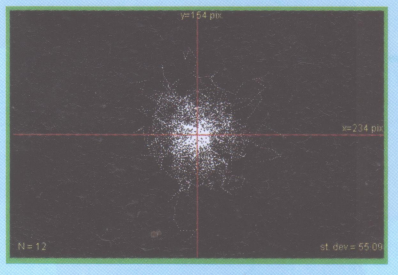
Deeltjesdiffusie

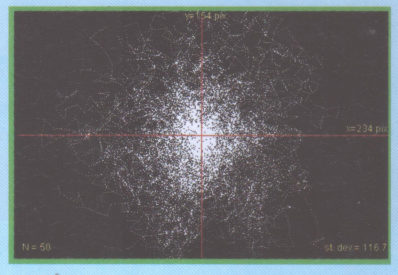
Met programma's in de computertaal java maken websites tal van wetenschappelijke principes dynamisch zichtbaar. Zéér dynamisch is de simulatie van de Brownse beweging van deeltjes in een oplossing. Het programmaatje demonstreert erg mooi het achterliggende principe van het diffusie-experiment dat leerlingen van het Christelijk Lyceum Delft uitvoerden (reportage, pag. 39). Een virtueel zoutkristalletje lost op waarna je te zien krijgt hoe de afzonderlijke ionen zich door de vloeistof verplaatsen. Het aantal deeltjes en hun bewegingssnelheid kun je zelf instellen. De verwachting is dat ook de verspreiding van euromuntjes over Europa globaal gezien een deeltjesdiffussieproces is.

Mirjam Leunissen

www.geocities.com/piratord/browni/difus.html

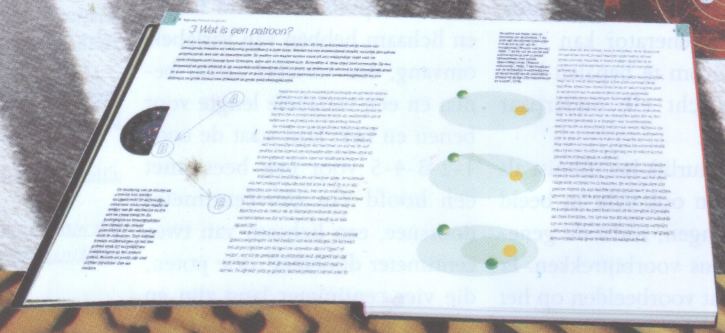






De wereld volgens de wiskunde

Hét nieuwe boek over wiskunde



Prijs € 29,50
(excl. € 3,50 verzendkosten)

Auteur: Ian Stewart
Formaat: 22,6 x 18,9 cm
Omvang: 224 pagina's
Uitvoering: gebonden met stofomslag rijk geïllustreerd

Bestellen
U kunt dit boek bestellen met de bestelbon achter in dit nummer of via de lezersservice, tel: 0(031)76-5733770. Fax: 0(031)76-5712412

Uw bestelling nog sneller in huis én € 1,- korting op de verzendkosten? Bestel via de website: **www.natutech.nl**

Eeuwenlang hebben wetenschappers zich beziggehouden met natuurpatronen, zoals de sneeuwvlok en het spinnenweb, patronen die eigenlijk allemaal wiskundig zijn.
Over sneeuwkristallen en zebrastrepen laat zien dat er in de natuur ook wiskundige principes een rol spelen.
Zo is de overeenkomst tussen de golven op zee en de rijen duinen in de woestijn meer dan toevallig.
Het aantrekkelijk geïllustreerde boek geeft een verhelderend en boeiend beeld van de ogenschijnlijk starre wiskundige wetten die wel degelijk de schoonheid van de natuur tot uitdrukking kunnen brengen.

'Stewarts accuraat, informatief beeld van eigentijdse wiskunde, spreekt iedereen aan, iets waar andere populair-wetenschappelijke schrijvers alleen maar naar kunnen streven'
Nature

De auteur
Ian Stewart is hoogleraar wiskunde aan de universiteit van Warwick, Engeland.
Hij heeft de Michael Faraday Medaille ontvangen van de Royal Society voor zijn inzet om de exacte wetenschappen begrijpelijker te maken voor het publiek.

Bonn breekt Amsterdams priem-wereldrecord

Bonn (D) - Na drie jaar zijn Amsterdamse wiskundigen het wereldrecord ontbinden in priemgetallen kwijt. Dankzij een groot aantal gekoppelde Linuxcomputers.

Jens Franke, hoogleraar wiskunde aan de universiteit van Bonn, heeft met een netwerk van computers een getal met 158 cijfers ontbonden in priemgetallen. Daarmee verbrak hij het Amsterdamse record met een getal met 155 cijfers.

Herman te Riele, werkzaam bij het Centrum voor Wiskunde en Informatica, is niet echt teleurgesteld dat het internationale team van toen het wereldrecord uit handen moest geven. Hij kijkt er zelfs naar uit om Jens Franke te ontmoeten. "Computers worden alsmaar sneller en de hoeveelheid geheugen groeit snel."

Een snelle tegenzet vanuit het CWI zit er niet in. "Een nieuwe poging is pas interessant als we wiskundig belangrijke vooruitgang hebben geboekt. Een nieuw record door uitsluitend meer computerpower is niet interessant. We willen juist wiskundige technieken ontwikkelen die met minder inspanning betere resultaten leveren."

Toen de Amsterdammers het record vestigden, kwam er nog een supercomputer van het rekencentrum SARA aan te pas voor de laatste grote berekeningen. Franke heeft daarentegen met slimme software de berekeningen laten uitvoeren door een groot aantal aaneengeschakelde Linuxcomputers. Elke computer rekent daarbij parallel aan een deel van het grote probleem.

De bescherming van informatieoverdracht bij banken en over internet verloopt eveneens via een code waarbij geheime priemgetallen een rol spelen. Dat een getal van 158 cijfers kan worden gekraakt, vormt nog geen bedreiging voor deze beveiligingen. De getallen uit Bonn en Amsterdam bevatten in digitale vorm ongeveer 512 nullen en enen. De getallen waarmee de huidige cryptografische beveiligingen werken, zijn vele malen groter, in binaire vorm met een lengte van 768 of zelfs 1024.

Erick Vermeulen

Natuur & Techniek
WETENSCHAPSMAGAZINE

In de komende nummers

Kunstgras in de ArenA

Met het echte gras in de Amsterdamse ArenA blijft het prutsen. Kunstgras moet de eeuwige oplossing brengen.

En verder:

Studiekeuze onder de loep

Aardewerk in de PET-scan

Op weg naar een aids-vaccin

Verwering tegen CO_2-probleem

Meten aan motorolie

Is die extra dure motorolie nou echt veel beter voor je auto? Meet zelf de stroperigheid van je smeermiddelen – met fietskogellagerkogeltjes en een videocamera.

Het is voorjaar, de vogeltjes fluiten en de auto wil ook weer beter starten. Dat heeft alles te maken met de accu, die er boven nul weer zin in heeft, maar zeker ook met de stroperigheid van de motorolie.

Koude motorolie heeft een hoge viscositeit (is dik en stroperig), en dan krijgt de startmotor de krukas maar moeilijk rondgezwengeld. Eénmaal warm is motorolie stukken dunner. Toch is het geen goed idee om al te dunne motorolie te gebruiken, want hele dunne (lage viscositeit) motorolie smeert belabberd en ook de oliepomp heeft daar erg veel moeite mee. De ideale motorolie is in koude toestand 'dun' genoeg om vlot te kunnen starten, en blijft in warme toestand voldoende 'dik' om nog te smeren.

Eén van de manieren om de motorolie die gewenste eigenschappen mee te geven, is het toevoegen van bepaalde polymeren (langgerekte molecuulketens) die in koude toestand opgerold blijven, maar bij verwarming uitrollen en in elkaar grijpen waardoor ze de olie stroperig houden. Hoe motorolie zich bij verschillende temperaturen gedraagt, kunnen we met een eenvoudig keukenproefje bepalen.

Geen SI-eenheden

De viscositeit, oftewel de stroperigheid van motorolie staat niet in keurige SI-eenheden op de verpakking, maar als een code die klinkt als '10W50' of iets dergelijks. Het eerste getal geeft aan hoe dik de olie bij lage temperaturen is (een lager getal betekent dunnere olie); het tweede getal geeft volgens vergelijkbaar principe de dikte bij hoge temperaturen aan. Deze codering is door de Society of Automotive Engineers bedacht; wat we dan ook vaak terugzien op de verpakking als 'SAE10W50'.

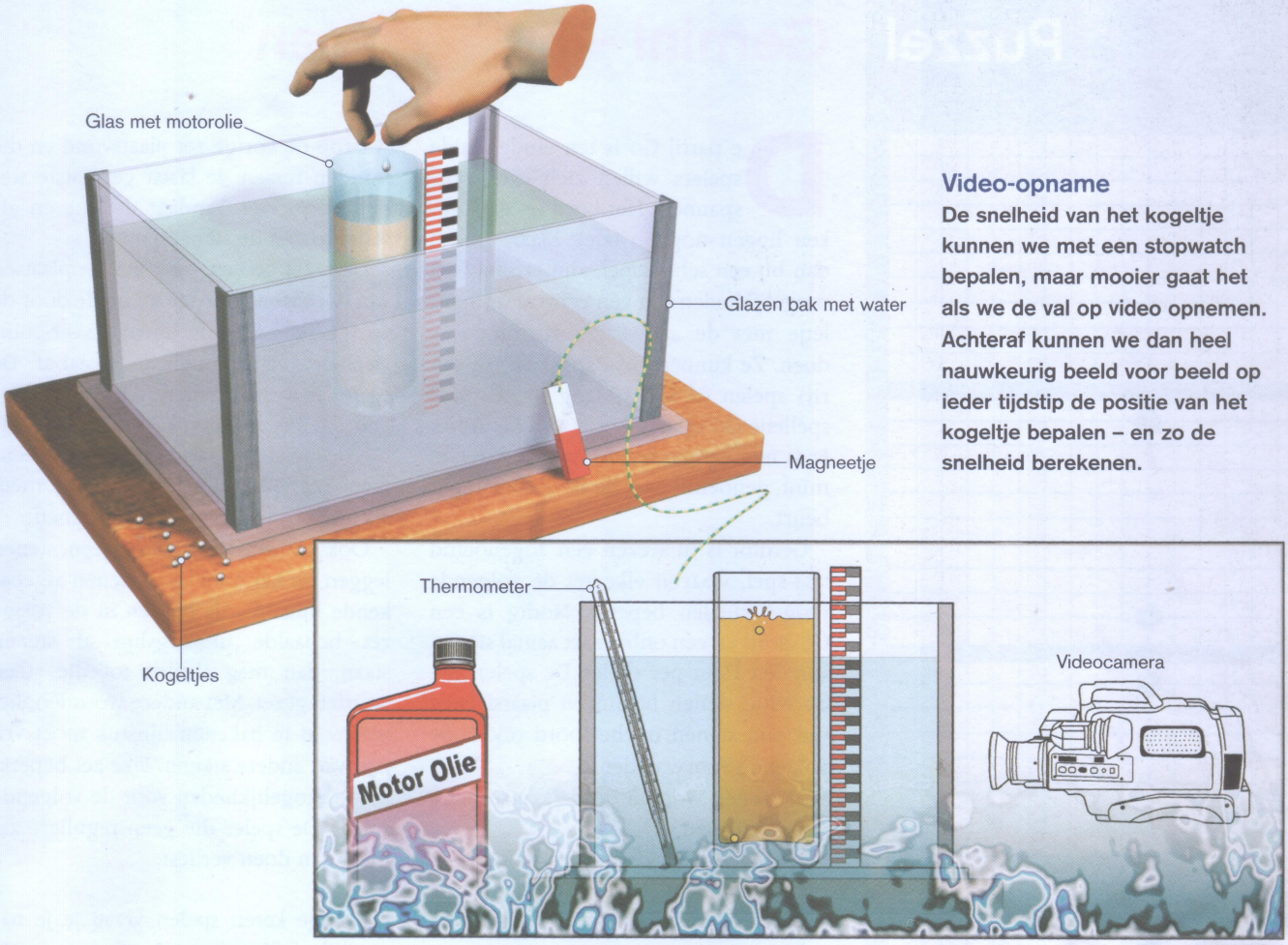
Met alle respect voor de SAE, in de natuurkunde wordt viscositeit netjes aangegeven met het symbool η, gemeten in Nsm^{-2}. De definitie volgt uit een experimentje waarbij een plaat met een oppervlak A, met een laagje smeermiddel (dikte l) waarvan we de viscositeit willen bepalen met een kracht F en een snelheid v over een vlakke ondergrond wordt voortgetrokken. Hoe stroperiger de vloeistof, hoe groter de plaat, hoe hoger de snelheid en hoe dunner het laagje, hoe hoger de benodigde kracht uitvalt. In formulevorm:

$$F = \eta \; A \; v \; l^{-1}.$$

Nu kunnen we natuurlijk met plassen motorolie op tafelbladen gaan experimenteren en daarop plaatjes aan veerunstertjes voorttrekken, maar dat is een heel gedoe. Gelukkig kan de viscositeit ook op een andere manier bepaald worden, middels de vergelijking van Stokes. Als een kogeltje met een straal r en een snelheid v door een vloeistof beweegt, dan ondervindt het kogeltje een weerstand F_{stokes} van $6\pi r\eta v$. Met andere woorden: hoe stroperiger de vloeistof, hoe groter het kogeltje en hoe hoger de snelheid, hoe groter de weerstand. Klinkt logisch, en is makkelijk te testen.

We gaan kogeltjes in de motorolie laten vallen. Behalve de Stokes-weerstandskracht werken er nog twee krachten op het vallende kogeltje. De zwaartekracht laat het kogeltje dalen volgens

$$F_{zwaartekracht} = m_{kogel}\, g$$



Otto Vork

Video-opname

De snelheid van het kogeltje kunnen we met een stopwatch bepalen, maar mooier gaat het als we de val op video opnemen. Achteraf kunnen we dan heel nauwkeurig beeld voor beeld op ieder tijdstip de positie van het kogeltje bepalen – en zo de snelheid berekenen.

Archimedes helpt met een opwaarste kracht die meetelt ten bedrage van het volume van de verplaatste vloeistof, dus

$$F_{archimedes} = \rho_{vloeistof} V_{kogel} g$$

Als we het kogeltje loslaten, zal zich na enige tijd een evenwicht instellen tussen de coalitie van Archimedes en Stokes enerzijds en Newton anderzijds. Even goochelen met de formules levert de uiteindelijke snelheid op:

$$v = (\rho_{kogel} - \rho_{vloeistof}) V g / 6\pi r \eta$$

Uit die snelheid bepalen we dan heel eenvoudig de viscositeit. Aan de slag dus.

De snelheid van het kogeltje kunnen we met een stopwatch bepalen, maar mooier gaat het als we de val op video opnemen. Achteraf kunnen we dan heel nauwkeurig beeld voor beeld op ieder tijdstip de positie van het kogeltje bepalen en zo de snelheid berekenen. We vullen een hoog glas met de koude (nachtje koelkast) motorolie, en plaatsen dat in een grote glazen bak. We plaatsen het meetlint er naast, waarna we met de videocamera de val van een fietskogeltje opnemen.

Gaandeweg het experiment warmen we de olie langzaam op door de bak met steeds warmer water te vullen. Olie goed roeren, en met stapjes van bijvoorbeeld vijf graden nemen we de val van het kogeltje op video op. De eerste paar centimeter van de val moet het kogeltje nog even op snelheid komen; zodra de per beeldje (0,04 s) afgelegde afstand van het kogeltje constant is, kunnen we (liefst over een zo groot mogelijke afstand) de snelheid van het kogeltje bepalen. Met een magneetje aan een stukje ijzerdraad vissen we de kogeltjes weer op om geen al te vieze vingers te krijgen.

In een spreadsheet werken we onze gegevens heel makkelijk om tot een viscositeitscurve. Alleen het gewicht van het kogeltje en de dichtheid van de olie ontbreekt nog aan onze som. Behalve bij de toch vrij dungezaaide laboratoriumbenodigdhedenwinkel zijn nauwkeurige weegschaaltjes gelukkig ook bij smartshops en handelaren in hasjparafernalia verkrijgbaar. Natuurlijk kunnen we de kogeltjes ook 'wegen' door ze met een schuifmaat op te meten, het volume volgens $V = 4/3\pi r^3$ te berekenen en dat vervolgens volgens $m = \rho V$ met de dichtheid van 7800 kgm^{-3} te vermenigvuldigen (aangenomen dat ze van puur staal zijn). Fietskogeltjes van 1/8 inch (3,175 millimeter) wegen dan 0,13 gram per stuk. De dichtheid van de olie (meestal iets van rond de 800 kgm^{-3}) is ook gewoon met de keukenweegschaal te bepalen.

Let er bij eventueel hergebruik van de motorolie op dat er géén achtergebleven kogeltjes mee de motor in verdwijnen!

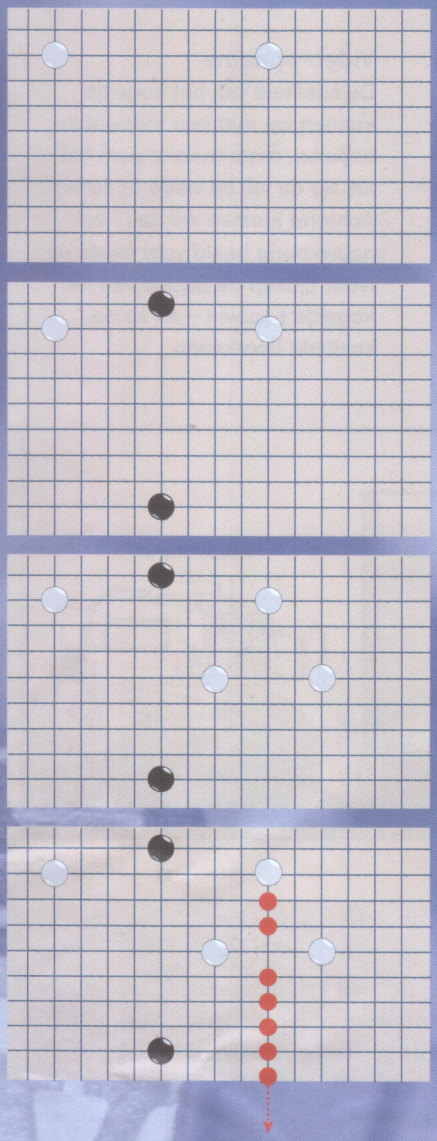
Anne Schulp

Informatie

http://www.sae.org/news/rightoil.htm

Puzzel

Gemini – Tweelingen



De partij Go is ten einde. Beide spelers willen zich even ontspannen. Het bord en de stukken liggen nog op tafel. Maar, anders dan bij een schaakspel, zijn er niet veel mogelijkheden om een eenvoudig spelletje met de aanwezige attributen te doen. Ze kunnen Go-Bang (vijf op een rij) spelen of Ming-Mang of een snel spelletje Go op een kwart van het bord. Er is nog een andere mogelijkheid: Gemini, genoemd naar de twee stenen per beurt.

Gemini is in wezen een zogenoemd NIM-spel, waarbij elke zet de volgende mogelijkheden beperkt. Nodig is een Go-bord en een onbeperkt aantal stenen van één kleur per speler. De speler met de witte stenen begint en plaatst twee van zijn stenen op het bord onder de volgende voorwaarden:

- De stenen worden op de kruispunten van de lijnen gezet.
- De stenen worden op één lijn gezet.
- Het aantal lege kruispunten tussen de stenen is altijd oneven en minstens drie.

De eerste zet is willekeurig op het bord. De andere speler (zwart) is nu aan de beurt. De vervolgzet vindt altijd plaats op de lijn die loodrecht staat op de lijn waarop de vorige zet plaatsvond en die midden tussen de laatst geplaatste stenen doorloopt. Vandaar de oneven afstand tussen de stenen.

Deze zet bestaat weer uit het plaatsen van twee stenen, maar nu op de door de vorige zet bepaalde lijn en weer minstens drie kruispunten van elkaar af. De speler mag zijn stenen niet zo neerleggen dat het midden gelijk valt met de lijn tussen al geplaatste stenen. Een eenmaal gebruikte lijn kan dus niet meer als uitgangslijn voor een zet dienen.

Ook mogen de spelers geen stenen leggen op het door twee stenen afgebakende lijnstuk. Als op een in de vorige zet bepaalde uitgangslijn al stenen staan, dan mag slechts tot die steen worden gezet. Met andere woorden: het nieuw af te bakenen lijnstuk moet vrij zijn van andere stenen. Elke zet beperkt zo de mogelijkheden voor de volgende speler. De speler die geen reguliere zet meer kan doen verliest.

Na enige keren spelen vraag je je natuurlijk af: "Is er een winnende strategie voor één van beide spelers?" Weet een van de lezers de oplossing?

Fred Horn

Prijsvraag

Wisdatum van WA en Máxima

Willem Alexander en Máxima hebben met 2 februari 2002 (02-02-02) voor een aardige trouwdatum gekozen. Een dikke twee weken later hadden we met 20-02-2002 – rekenkundig gezien – weer zo'n spannende datum.

Onze vraag is: kunnen we binnen afzienbare tijd wederom een leuke wisdatum verwachten? Voor de inzendingen gelden richtlijnen noch beperkingen. De inzending met de vroegst optredende en/of de meest creatieve wisdatum wordt beloond. Stuur uw oplossing voor 1 mei aan Prijsvraagredactie N&T, postbus 256, NL-1110 AG Diemen of redactie@natutech.nl o.v.v. prijsvraag. De winnaar ontvangt een cadeaubon voor N&T-producten ter waarde van € 35.

De oplossing van de januariprijsvraag ('kwintje en kwartje') kunt u vanwege het grote aantal ingestuurde (ingewikkelde) oplossingen pas volgende maand verwachten.

Jos van den Broek

Kiosk

Informatie over boeken, cd-roms en andere producten van Natuur & Techniek

Alle artikelen kunnen besteld worden met de bestelkaart op de volgende pagina.

Surf ook eens naar onze website www.natutech.nl

NIEUW

Prijs € 57,95

Voor wie deel I, II of III al hebben is er de update voor € 36,-

Minimale systeemeisen
PC-486, 8 MB intern geheugen
Windows 3.1(1)/95/NT/ 98/2000/XP
VGA-scherm, 256 kleuren, 600 x 480 pixels
2-speed cd-romspeler

Het Digitale Archief IV

Hoe vindt u nu juist dat ene artikel terug dat u een paar jaar geleden in *Natuur & Techniek* tegenkwam? Of hoe komt u zo veel mogelijk te weten over één bepaald onderwerp?
In de nieuwste versie van *Het Digitale Archief* vindt u een ruime selectie artikelen, foto's, schema's en tabellen uit de jaargangen van *Natuur & Techniek* van 1990 tot en met 2001. Met *Het Digitale Archief* haalt u méér uit *Natuur & Techniek*.

Uitgebreide editie met jaargangen 2000 en 2001

Wegens groot succes 2e HERDRUK

Prijs € 31,50

Auteurs: Michael Wright en Mukul Patel
Formaat: 21 x 28 cm
Omvang: 288 pagina's
Uitvoering: gebonden met stofomslag, ruim 1000 illustraties in kleur

Hoe de dingen werken

Computers, stofzuigers, mobiele telefoons, smartcards, biotechnologie… het zijn technologische ontwikkelingen en hulpmiddelen die ons dagelijks leven enorm beïnvloeden. Maar hoe werken die dingen nu precies?
Hoe de dingen werken legt dit alles in heldere beschrijvingen uit. Dit boek is gebaseerd op 'Working Knowledge', de succesvolle rubriek in het tijdschrift *Scientific American*.

NIEUW

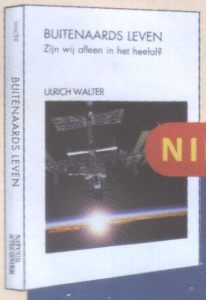
Prijs € 29,50

Auteur: Ian Stewart
Omvang: 224 pagina's
Uitvoering: gebonden met stofomslag, rijk geïllustreerd in kleur

Over sneeuwkristallen en zebrastrepen

De wereld volgens de wiskunde

Eeuwenlang hebben wetenschappers zich beziggehouden met natuurpatronen als de sneeuwvlok, het spinnenweb en de zebrastreep; patronen die eigenlijk allemaal wiskundig zijn. *Over sneeuwkristallen en zebrastrepen* laat zien dat er in de natuur ook wiskundige principes een rol spelen.
Elk hoofdstuk behandelt weer een ander patroonsysteem en de wiskunde die daaraan ten grondslag ligt. Het aantrekkelijk geïllustreerde boek geeft een verhelderend en boeiend beeld van de ogenschijnlijk starre wiskundige wetten die wel degelijk de schoonheid van de natuur tot uitdrukking kunnen brengen.



NIEUW

Buitenaards leven

Zijn wij alleen in het heelal?

Deel 71 van de Wetenschappelijke Bibliotheek

Zie voor meer informatie de volgende pagina.

Opbergcassette 2002

U bent er inmiddels al aan gewend. Aan het begin van elk jaar maken wij de speciale opbergcassettes voor een complete jaargang *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine*. U kunt ook dit jaar weer elke maand uw nieuwe nummer van *Natuur & Techniek* makkelijk bewaren. Bovendien bouwt u zo een prachtig archief op over wetenschap en techniek.

Prijs € 12,95

Oudere jaargangen nog beperkt leverbaar.

Ook in 2002
de nieuwste kennis op een rij

De Symbiotische planeet

Een nieuwe kijk op de evolutie

AANBIEDING

Lynn Margulis onderzoekt al jaren 'endosymbiose', het onderlinge fysieke contact tussen soorten. Haar conclusie is dat alle leven op onze planeet diepgaand met elkaar verbonden is, en dat daarin het antwoord ligt op een van de belangrijkste vragen die Darwin in zijn evolutieleer had opengelaten: hoe soorten kunnen ontstaan. Dit boek heeft in het denken over het milieu belangrijke veranderingen teweeggebracht.

Prijs van € 15,85 voor € 13,50

Auteur: Lynn Margulis
Formaat: 12,5 x 20 cm
Omvang: 144 pagina's
Uitvoering: paperback

Een gat in de natuur

In *Een gat in de natuur* maakt u kennis met ruim honderd soorten die na 1500 zijn uitgestorven, zoals de dodo, de Stellerzeekoe, de buidelwolf. De dieren zijn vereeuwigd in de schitterende tekeningen van Peter Schouten. *Een gat in de natuur* is een monument voor de talloze dieren die, vaak door toedoen van de mens, voorgoed zijn verdwenen.

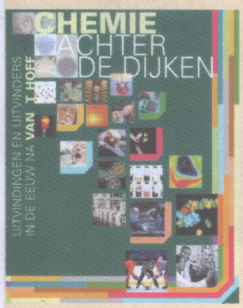
Prijs € 40,79

Auteur: Tim Flannery
Illustrator: Peter Schouten
Formaat: 24 x 28 cm
Omvang: 288 pagina's
Uitvoering: gebonden met stofomslag, ruim 100 levensechte vaak paginagrote illustraties

Chemie achter de dijken

Uitvindingen en uitvinders in de eeuw na Van 't Hoff

Van 't Hoff kreeg honderd jaar geleden de Nobelprijs voor de scheikunde. Ter gelegenheid hiervan verschijnt het boek *Chemie achter de dijken* met een zestigtal belangrijke Nederlandse onderzoekers, uitvindingen en ontdekkingen in de chemie van de afgelopen eeuw, zoals duurzaam hout, chirurgisch hechtmateriaal en veevoer. Het boek biedt een gevarieerd overzicht, de teksten zijn geschreven voor de niet-specialist.



Prijs € 15,88

Onder redactie van:
Herman van Bekkum en Jan Reedijk
Uitgever: KNAW en KNCW
Formaat: 21 x 27 cm
Omvang: 170 pagina's
Uitvoering: paperback, 150 illustraties in kleur

CD-ROMS

Prijs € 44,99 per cd-rom

De Interactieve Paddestoelengids

Op deze nieuwe cd-rom vindt u uitgebreide informatie over bijna negenhonderd paddestoelen, lagere schimmels en slijmzwammen in de laaglanden van Noordwest-Europa. Met gedetailleerde beschrijvingen van uiterlijk, geur en eetbaarheid en unieke foto's. Ook vindt u op de cd-rom plaats van voorkomen, status van zeldzame en bedreigde paddestoelen en handige zoeksleutels.

Insecten van Europa

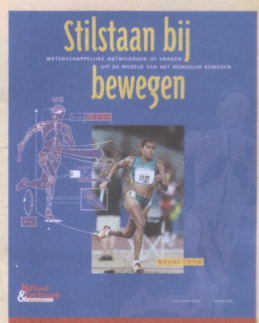
Deze multimedia-cd-rom presenteert gedetailleerde informatie over circa 1000 soorten Europese insecten. Met unieke foto's van levende dieren, handige zoeksleutels op onder andere naam, habitat en vliegtijd en een geluidendatabank.
Extra aandacht voor bedreigde en zeldzame soorten in Nederland en Vlaanderen.

Minimale systeemeisen voor deze cd-roms:
Pentium-pc met Windows 95/98, 16 MB RAM. Kleurenmonitor met 16-bit videokaart, 4-speed (of snellere) cd-romspeler

Stilstaan bij bewegen

Wetenschappelijke antwoorden op vragen uit de wereld van het menselijk bewegen

We staan er meestal niet bij stil hoe we ons bewegen.
De auteurs van *Stilstaan bij bewegen* doen dit juist wel. Bondig en boeiend schrijven zij over allerlei facetten van bewegen: (top-)sport, revalidatie, ergonomie, inspanning en coördinatie. Een levendig geïllustreerd boek voor iedereen die nieuwsgierig is naar ons bewegen.



Nieuwe uitgebreide editie van het succesvolle boek uit 1996

Prijs € 20,99

Auteurs: Jos de Koning en Geert Savelsbergh
Formaat: 21 x 28 cm
Omvang: 160 pagina's
Uitvoering: gebonden, rijk geïllustreerd.

Voor meer informatie:

Lezersservice Natuur & Techniek
Postbus 3144, NL-4800 DC
Breda, tel. 0(031)76-5733770.

Alle prijzen zijn exclusief verzendkosten.
(Nederland en België € 3,50
• Europa € 12,50 • buiten Europa € 17,50).

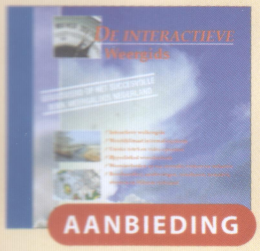
Betaling geschiedt met acceptgiro/overschrijvingskaart bij de bestelling. In Nederland is machtigen ook mogelijk.

Levering geschiedt volgens de wet Bescherming bij op afstand gesloten overeenkomsten, welke een herroepings- cq verzakingsrecht van 7 dagen bevat. Prijswijzigingen voorbehouden. Deze producten zijn verkrijgbaar in de boekhandel.

De Interactieve Weergids

Samengesteld door het KNMI

Weer, wind en wolken interactief gepresenteerd aan de hand van prachtig foto- en videomateriaal, kaarten, schema's en grafieken. Gaan België en Nederland ideale wijnlanden worden? Zijn er ingrijpende veranderingen te verwachten in de komende eeuwen? Wat kan men zelf meten en waarnemen? Hoe beleefden onze voorouders de Kleine IJstijd? Kijk voor de antwoorden in *De Interactieve Weergids*!

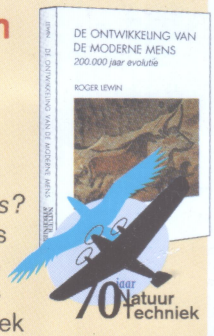


AANBIEDING

Prijs van € 27,18
voor **€ 15,-**
Minimale systeemeisen
Pentium-pc met
Windows 95/98,
16 MB RAM,
16–bits kleurenmonitor,
4-speed cd-romspeler

De ontwikkeling van de moderne mens

200.000 jaar evolutie



Waar en wanneer verscheen voor het eerst *Homo Sapiens*? Daarover bestaan nog steeds grote controversen, maar de auteur schetst ons een gevarieerd beeld van het onderzoek dat de geschiedenis van onze soort ontrafelt. Lewin ontving als eerste de Lewis Thomas-prijs voor zijn uitzonderlijke prestatie op het gebied van de popularisering van de biologie.

Prijs van € 37,50 voor **€ 15,88**

Auteur: Roger Lewin
WB 45
Omvang: 212 pagina's
Uitvoering: Gebonden met stofomslag, geheel in kleur

De Wetenschappelijke Bibliotheek

Buitenaards leven

NIEUW

Zijn wij alleen in het heelal?

Ulrich Walter

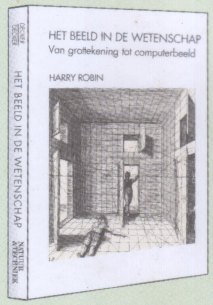
Zijn wij mensen alleen in het heelal, of komen er misschien nog andere intelligente beschavingen voor? Hoe zou leven op andere planeten eruitzien? En hoe zou de mensheid de ruimte kunnen koloniseren als de aarde om wat voor reden ook onleefbaar wordt? De Duitse astronaut en fysicus Ulrich Walter maakt deze vragen tot uitgangspunt van een opwindende ontdekkingsreis door sterrenkunde en ruimtevaart. Hij illustreert zijn antwoorden met de nieuwste kosmologische inzichten en ontdekkingen.

Deel 71
240 pagina's
Gebonden met stofomslag, rijk geïllustreerd

Het beeld in de wetenschap

Van grottekening tot computerbeeld

Harry Robin



Dit schitterende platenboek toont hoe afbeeldingen de mens hebben geholpen in het beschrijven, rangschikken, ontleden en uiteindelijk begrijpen van de wereld. Hoe hangt de manier van afbeelden samen met de verandering en ontwikkeling in de wetenschap, de mogelijkheden van grafische weergaven en de menselijk denkbeelden en normen? De afbeeldingen en teksten in *Het beeld in de wetenschap* openen de vensters naar de (historische) wisselwerking tussen wetenschap, kunst en cultuur.

Deel 70
240 pagina's
Gebonden met stofomslag, rijk geïllustreerd

Geheugen - *Van moleculen tot geest*

Larry Squire en Nobelprijswinnaar Eric Kandel

De psychologie en de biologie van het geheugen komen samen in *Geheugen - van moleculen tot geest.* De auteurs schetsen hoe ons geheugen werkt, van het niveau van moleculen en cellen tot dat van hersensystemen en kennisverwerking. De lezer maakt kennis met nieuwe ontdekkingen en visies en het maatschappelijk belang van de moderne geheugenbiologie. In een toegankelijke stijl en met veel illustraties verschaft dit boek de niet-gespecialiseerde lezer inzicht in een van de meest elementaire aspecten van ons mens-zijn: ons geheugen.

Deel 69
240 pagina's
Gebonden met stofomslag, geheel in kleur

Word nu gratis lid

Lidmaatschap op de *Wetenschappelijke Bibliotheek* betekent de nieuwste boeken met 25% korting! U krijgt 4x per jaar de nieuwste boeken vrijblijvend op zicht. Indien gewenst kunt u het boek binnen 14 dagen kosteloos retourneren. U betaalt alleen als u besluit het boek te houden. Dit jaar verschijnen nog de delen: *Duurzame technologie, Dimensies en computergraphics*, *Gentechnologie en voeding* en *Dinosaurussen.*

Als dank voor uw lidmaatschap kunt u een van de volgende delen gratis kiezen:
Epidemiologie – *Speuren naar patronen van ziekte en gezondheid* (WB 51)
Etnobotanie – *De rol van planten in de menselijke cultuur* (WB 57)
Het ongrijpbare neutrino – *Een subatomair detectiveverhaal* (WB 61)

Na aanschaf van uw eerste WB-deel ontvangt u dit boek gratis thuis.

Vergeet niet op het bestelformulier aan te kruisen welk deel u wilt ontvangen.

Losse verkoopprijs:	€ 37,50
Prijs abonnees N&T:	€ 32,50
Prijs WB-leden:	€ 27,50

We geloven hier niet in wonderen
we verrichten ze.
Eric Verhoeven

Bij ASML hebben we meer dan eens gerealiseerd wat anderen voor onmogelijk hielden. Niet zo gek, als je bedenkt dat leading edge technology voor een wereldmarktleider in ic-productiesystemen een absolute levensvoorwaarde is. Vergelijk het maar met topsport: beetje bij beetje verleggen we de grenzen van de technologie in de ontwikkeling van onder andere nieuwe step & scan-systemen. In deze systemen wordt een masker, met daarop een deelstructuur van een chip, afgebeeld op de lichtgevoelige lak van een wafer. De eisen op het gebied van precisie en productiviteit zijn erg streng: de af te beelden structuren zijn zo'n 130 nm breed [illegible] en hoogste 35 nm ten opzichte van elkaar verschuiven. Natuur- en wiskundigen spelen een cruciale [illegible] in de ontwikkeling, de

Natuur- en Wiskundigen (HBO/WO)

productie en het onderhoud van deze systemen. Hun kennis ligt ten grondslag aan een groot deel van onze technologie. Bij ASML kunnen zij zich in heel wat richtingen ontwikkelen. Bijvoorbeeld in optische meet- en afbeeldingssystemen of in lasertechnologie, twee van de speerpunten bij de ontwikkeling van onze systemen. Natuur- en wiskundigen zijn verder betrokken bij het afregelen van de machine met behulp van complexe algoritmes en bij het specificeren, valideren en integreren van nieuwe componenten. Bij ASML werken ze samen met bijvoorbeeld werktuigbouwkundigen en elektrotechnici in multidisciplinaire teams.

Op **www.careers.asml.com** vind je terug waar grensverleggende technologie nog meer toe kan leiden. Hier kun je meteen een kijkje nemen in de agenda om te zien op welke beurzen en evenementen je ons in 2002 zal treffen.

Voor meer informatie kun je ook bellen: +31(0) 40 268 20 78.

ASML

Imaging the Future

ASML Resource Center,
De Run 1110, 5503 LA Veldhoven,
telefoon (040) 268 20 78, fax (040) 268 55 90

B E S T E L K A A R T

Kruis uw keuze aan: ☒

					Vul uw prijzen in
BOEKEN			AANBIEDING		
☐	9302139	**De symbiotische planeet**	van € 15,85 voor	€ 13,50	
☐	9300449	**De ontwikkeling van de moderne mens**	AANBIEDING van € 37,50 voor	€ 15,88	
☐	9303509	**Chemie achter de dijken**		€ 15,88	
☐	9302549	**Stilstaan bij bewegen**		€ 20,99	
☐	9303529	**Een gat in de natuur**		€ 40,79	
☐	9302509	**Hoe de dingen werken** • *Herdruk* •		€ 31,50	
NIEUW ☐	9303549	**Over sneeuwkristallen en zebrastrepen**		€ 29,50	
CD-ROMS					
☐	9302449	**Het Digitale Archief IV**		€ 57,95	
☐	9302559	**Het Digitale Archief IV** *update*		€ 36,-	
☐	9303519	**De Interactieve Paddestoelengids**		€ 44,99	
☐	9302379	**Insecten van Europa**		€ 44,99	
☐	9302199	**De Interactieve Weergids**	van € 27,18 voor AANBIEDING	€ 15,-	
CASSETTE					
☐	9390259	**Opbergcassette 2002**		€ 12,95	
☐	9390239	**Opbergcassette 2001**		€ 12,95	
☐	9390229	**Opbergcassette 2000**		€ 12,95	

WETENSCHAPPELIJKE BIBLIOTHEEK

LIDMAATSCHAP

☐ Ik word hierbij lid van de Wetenschappelijke Bibliotheek 401nn1x00
en ontvang na betaling van het eerste nieuwe boek het volgende gratis deel:
☐ WB 51 (EPI) ☐ WB 57 (EBO) ☐ WB 61 (NEU)

BOEKEN

☐ Ik ben WB-lid en betaal € 27,50
☐ Ik ben Natuur & Techniek-lid en betaal € 32,50
☐ Ik ben geen lid en betaal de winkelprijs € 37,50

NIEUW ☐	930310	WB 71	**Buitenaards leven**	
☐	930309	WB 70	**Het Beeld in de wetenschap**	
☐	930308	WB 69	**Geheugen**	

Uw bestelling nog sneller in huis én 1 euro korting op de verzendkosten?
Bestel via www.natutech.nl

Eenmalige bijdrage verzendkosten € 3,50.
Voor Europa € 12,50. Buiten Europa € 17,50.

Natuur & Techniek WETENSCHAPSMAGAZINE

Totaalbedrag bestellingen inclusief verzendkosten € _____

Vermeld uw naam, adres en datum op de ommezijde en vergeet uw handtekening niet!

NT0302

Dit vlak tegen bovenstaand vlak plakken of nieten

Ik bestel de door mij aangekruiste Natuur & Techniek-producten aan de andere zijde van deze kaart.

☐ Ik betaal met de acceptgiro/overschrijvingskaart die ik bij de levering van de bestelde goederen ontvang.

☐ (Alleen voor Nederland) Ik machtig Natuur & Techniek eenmalig het totaalbedrag van mijn bank/giro af te schrijven en ontvang € 1,- korting op de verzendkosten.

Bankrek.nr. |_|_|_| |_|_|_| |_|_|_| |_|_|_|

Giro-nr. |_|_|_|_|_|_|_|

naam: dhr/mevr, evt.titel — voorletters

adres — huisnummer

postcode — woonplaats

land — telefoonnummer

geboortedatum

datum — handtekening:

Hierlangs vouwen a.u.b.

postzegel niet nodig

Natuur & Techniek
WETENSCHAPSMAGAZINE

Int. Antwoordnummer
C.C.R.I. Numéro 13566

NL-4130 ZX Vianen

Word abonnee

van ***Natuur & Techniek wetenschapsmagazine***
en ontvang gratis het boek

Uitvindingen uit de Ruimte
+
astronomie cd-rom Redshift

Eerste jaar slechts € 45

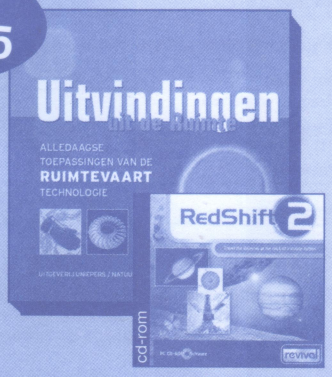
De normale prijs is € 70. Voor jongeren tot 27 jaar € 50
Een abonnement wordt jaarlijks automatisch verlengd, tenzij tenminste twee maanden voor de vervaldatum schriftelijk is opgezegd.

Geef een abonnement cadeau
aan uw (klein)zoon of dochter

Geef een abonnement op
Natuur & Techniek wetenschapsmagazine cadeau
en ontvang gratis het boek

Uitvindingen uit de Ruimte
+
astronomie cd-rom Redshift

Nu slechts slechts € 45



Het abonnement wordt na één jaar automatisch beëindigd.

○ Ja, ik neem een abonnement op *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* en betaal het eerste jaar slechts € 45 in plaats van € 70 of € 50 (voor jongeren tot 27 jaar, dus geboortedatum invullen).
Na betaling ontvang ik het boek *Uitvindingen in de Ruimte* + de astronomie cd-rom *Redshift*.

Dhr./Mevr.
Naam en voorletters, evt. titel

Adres

Postcode

Woonplaats

Geboortedatum

Giro/banknummer

○ Ik machtig Natuur & Techniek om het bedrag, ter betaling van het abonnement, van mijn giro/bankrekening af te boeken en ontvang € 1,- korting. (geldt alleen voor Nederland)
Giro/banknummer:

Datum: Handtekening:

postzegel niet nodig

AAN

Natuur & Techniek
WETENSCHAPSMAGAZINE

Wetenschapsmagazine van formaat

Int. Antwoordnummer
C.C.R.I. Numéro 13566
4130 ZX Vianen, Pays-Bas

1 11 21 1 x 00 / 930256000
NT01

○ Ja, ik geef een abonnement op *Natuur & Techniek wetenschapsmagazine* cadeau à € 45.
Stuur de factuur en cadeaus naar:

Dhr./Mevr.
Naam en voorletters, evt. titel

Adres

Postcode

Woonplaats

Telefoon

Ik geef het abonnement cadeau aan:

Dhr./Mevr.
Naam en voorletters

Adres

Postcode

Woonplaats

Geboortedatum

○ Ik machtig Natuur & Techniek om het bedrag, ter betaling van het abonnement, **eenmalig** van mijn giro/bankrekening af te boeken en ontvang € 1,- korting. (geldt alleen voor Nederland)
Giro/banknummer:

Datum: Handtekening:

postzegel niet nodig

AAN

Natuur & Techniek
WETENSCHAPSMAGAZINE

Wetenschapsmagazine van formaat

Int. Antwoordnummer
C.C.R.I. Numéro 13566
4130 ZX Vianen, Pays-Bas

1 11 21 2 x 10 / 930256000
NT03